



TUGAS AKHIR - MS 141501

**ANALISIS PERBANDINGAN SKALA EKONOMIS
ANGKUTAN SEMEN**

**Wayan Baniyasa
NRP 04411340000050**

**Dosen Pembimbing
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T**

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



TUGAS AKHIR - MS 141501

**ANALISIS PERBANDINGAN SKALA EKONOMIS
ANGKUTAN SEMEN**

**Wayan Baniyasa
NRP 04411340000050**

**Dosen Pembimbing
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T**

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT - MS 141501

ECONOMIC SCALE COMPARISON ANALYSIS OF CEMENT SHIPPING

Wayan Baniyasa
NRP 04411340000050

Supervisors
Firmanto Hadi, S.T., MS.C
Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORT ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN SKALA EKONOMIS ANGKUTAN SEMEN

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

WAYAN BANTYASA

NRP 04411310000050

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing I


Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
NIP 196906101995121001



Dosen Pembimbing II


Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T
NIP 197905252014041001

SURABAYA, JULI 2018

LEMBAR REVISI

ANALISIS PERBANDINGAN SKALA EKONOMIS ANGKUTAN SEMEN

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil ujian Tugas Akhir

Tanggal 17 Juli 2018

Bidang Keahlian Pelayaran

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

WAYAN BANIYASA

NRP. 04411340000050

Disetujui oleh tim penguji Tugas Akhir:

1. Dr. Eng I. G. N Sumanta Buana, S.T., M.Eng.
2. Irwan Tri Yuniarto, S.T., M.T.
3. Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.
4. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.



Handwritten signatures of the examiners.

Disetujui oleh dosen pembimbing Tugas Akhir:

1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.

Handwritten signatures of the supervisors.

Surabaya, Juli 2018

ANALISIS PERBANDINGAN SKALA EKONOMIS ANGKUTAN SEMEN

Nama Mahasiswa: Wayan Baniyasa

NRP: 04411340000050

Jurusan/Fakultas: Teknik Transportasi Laut/Teknologi Kelautan

Dosen Pembimbing: 1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.

2. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T

ABSTRAK

Semen adalah material bangunan yang berperan penting dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia. Meskipun demikian, pada beberapa daerah di Indonesia harga semen masih tinggi seperti di pedalaman timur Indonesia. Salah satu penyebabnya adalah tidak tepatnya pada pemilihan angkutan semen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pada kondisi seperti apakah angkutan semen akan menemui kondisi optimum. Metode optimasi dengan upaya pengendalian biaya pengiriman paling minimum digunakan untuk mengetahui potensi nilai angkutan terendah pada suatu kondisi pengiriman. Komponen yang dibandingkan adalah angkutan semen sak menggunakan kapal general cargo dengan self propelled barge, sedangkan angkutan semen curah menggunakan kapal cement carrier. Dari hasil analisis perbandingan skala ekonomis ditemukan bahwa: (1) pada pelayaran ± 200 NM skala ekonomis berada di angkutan semen curah pada permintaan 300.000 ton; (2) pada pelayaran ± 400 NM skala ekonomis berada pada angkutan semen curah pada volume permintaan 250.000 ton; (3) pada rute pelayaran kurang lebih ± 600 NM skala ekonomis berada pada angkutan semen curah pada volume permintaan 150.000 ton; (4) pada rute pelayaran kurang lebih ± 800 NM skala ekonomis semen curah berada pada volume permintaan 300.000 ton; (5) pada rute pelayaran kurang lebih ± 1000 NM skala ekonomis semen curah berada pada volume permintaan 75.000 ton.

Kata Kunci: Angkutan Semen, Perbandingan Biaya Minimum, Pabrik Pengemasan, Semen Curah, Semen Sak.

ECONOMIC SCALE COMPARISON ANALYSIS OF CEMENT SHIPPING

Author : Wayan Baniyasa

ID No.: 04411340000050

Dept/Faculty: Teknik Transportasi Laut/Teknologi Kelautan

Supervisor: 1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.

2. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T

ABSTRACT

Cement is a building material that plays an important role in infrastructure development in Indonesia. Nevertheless, in some areas of Indonesia the price of cement is still high as in the eastern interior of Indonesia. One of the causes is not exactly in the selection of cement transport. The purpose of this study is to find out on conditions such as whether the cement transport will meet the optimum conditions. The optimization method with the minimum shipping cost control effort is used to determine the potential of the lowest transportation value in a delivery condition. Compared components are cement transport sak using general cargo ship with self propelled barge, while bulk cement transport using cement carrier ship. From the results of economies of scale comparison analysis found that: (1) on ± 200 NM economies of scale ships are in bulk cement transport at demand 300,000 tons; (2) on ± 400 NM economies of scale are on bulk cement transport on demand volume of 250,000 tons; (3) on shipping routes of approximately ± 600 NM economies of scale are on bulk cement transport on demand volume of 150,000 tons; (4) on shipping routes of approximately ± 800 NM economies of bulk cement are in demand volume of 300,000 tons; (5) on shipping routes of approximately ± 1000 NM economies of bulk cement is in the volume of demand of 75,000 tons. Keywords: Cement Transmission, Minimum Cost Comparison, Packaging Factory, Bulk Cement, Sak Cement.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa karena atas karunianya Tugas Akhir penulis yang berjudul “Analisis Perbandingan Skala Ekonomis Angkutan Semen” ini dapat selesai dengan baik. Selesaiannya tugas akhir ini juga berkat dukungan serta bantuan baik langsung maupun tidak langsung dari semua pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang terus memberi dukungan
2. Bapak Firmanto Hadi, S.T., M.Sc. dan Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T selaku dosen pembimbing atas bimbingan, ilmu, arahan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Tri Achmadi Ph.D. selaku ketua Departemen Teknik Transportasi Laut yang selalu memberi motivasi saat perwalian serta ilmu yang beliau berikan saat di perkuliahan.
4. Semua dosen Departemen Teknik Transportasi Laut atas bimbingan serta ilmu yang telah diberikan.
5. Seluruh pegawai Tata Usaha Departemen Teknik Transportasi Laut atas segala kemudahan yang diberikan dalam pengurusan administrasi selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
6. Teman – teman T11 - ECSTASEA atas kebersamaan dan dukungan penuh setiap hari, do’a dan kebahagiaan yang penulis rasakan selama kuliah.
7. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya. Serta tidak lupa penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam laporan ini.

Surabaya, Juli 2018

Wayan Baniyasa

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	vi
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Hipotesis	4
1.7 Struktur Laporan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jenis Jenis Semen.....	5
2.2 Industri Semen Di Indonesia.....	7
2.3 Angkutan semen di laut	10
2.3.1 Angkutan semen sak	10
2.3.2 Angkutan semen curah.....	11
2.4 Komponen biaya transportasi laut	12
2.4.1 Capital cost.....	12
2.4.2 Voyage cost.....	13
2.4.3 Operating cost	14
2.4.4.Cargo handling cost	15
2.4.5 Total cost.....	16
2.5 Packing Plant	16
2.6 Optimasi	17

2.7 Skala Ekonomis	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alir	21
3.2 Tahap pengerjaan	22
3.3 Model matematis.....	27
3.4 Metode Pengumpulan data.....	29
BAB 4 GAMBARAN UMUM	31
4.1 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk	31
4.2 Pola Pengiriman Semen Saat ini	33
4.2.1 Pola pengiriman semen PT Semen Indonesia Pabrik Tuban	33
4.2.2 Proses Bongkar muat semen	34
4.2.3 Proses Pengemasan semen	36
4.3 Analisis permintaan semen	37
4.4 Analisis biaya angkutan semen	39
4.4.1 Analisis biaya angkutan semen rute Banyuwangi-Summbawa	39
4.4.2 Analisis biaya angkutan semen rute Tuban-Biringkassi	40
4.4.3 Analisis biaya angkutan semen rute Banyuwangi-Lampung.....	42
4.4.4 Analisis biaya angkutan semen rute Tuban-Teluk Bayur	43
4.4.5 Analisis biaya angkutan semen rute Tuban-Ambon	45
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	47
5.1 Model Optimasi Angkutan semen	47
5.2 Analisis Investasi Pabrik Pengemasan	50
5.3 Skenario angkutan semen	52
5.3.1 Analisis rute 200 mil laut	52
5.3.2 Analisis rute 400 mil laut	56
5.3.3 Analisis rute 600 mil laut	60
5.3.4 Analisis rute 800 mil laut	64
5.3.5 Analisis rute 1000 mil laut	69
5.4 Pengaruh keberadaan pabrik pengemasan terhadap unit cost	73
5.5 Analisis Sensitivitas terhadap waktu bongkar muat	75
BAB 6 PENUTUP	77
6.1 Kesimpulan	77

6.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1 Peta harga semen di berbagai wilayah Indonesia tahun 2017	1
Gambar 2-1 Jenis-jenis semen umum di pasaran.....	5
Gambar 2-2 Produksi semen di berbagai daerah di Indonesia.....	7
Gambar 2-3 <i>Cement Carrier</i> Tonasa Lines 5000 MT	10
Gambar 2-4 Proses muat semen sak pada kapal <i>General Cargo</i>	11
Gambar 2-5 Pabrik pengemasan semen	16
Gambar 3-1 Diagram Alir	21
Gambar 4-1 Proses Produksi Semen.....	29
Gambar 4-2 Pola pengiriman semen.....	30
Gambar 4-3 <i>Bulk Loader</i>	32
Gambar 4-4 <i>Bag loader</i>	33
Gambar 4-5 Visualisasi Pabrik Pengemasan	34
Gambar 4-6 Alur kerja Pabrik Pengemasan.....	35
Gambar 4-7 grafik peramalan permintaan semen di Sumbawa	35
Gambar 4-8 grafik peramalan permintaan semen di Biringkassi.....	36
Gambar 4-9 grafik peramalan permintaan semen di Lampung	36
Gambar 4-10 grafik peramalan permintaan semen di Teluk Bayur.....	36
Gambar 4-11 Grafik permintaan semen di Ambon.....	37
Gambar 5-1 Tampilan <i>solver</i> dari <i>Microsoft Excel</i>	48
Gambar 5-2 Harga mesin pengemas semen.....	50
Gambar 5-3 Harga silo semen.....	51
Gambar 5-4 Rute pelayaran Banyuwangi-Sumbawa.....	52
Gambar 5-5 Grafik biaya angkutan semen tanpa pabrik kemas pada jarak $\pm 200\text{NM}$	52
Gambar 5-6 Grafik biaya angkutan semen dengan pabrik kemas pada jarak $\pm 200\text{NM}$.	53
Gambar 5-7 Rute pelayaran Tuban-Biringkassi	56
Gambar 5-8 Grafik biaya angkutan semen tanpa pabrik kemas pada jarak $\pm 400\text{NM}$	57
Gambar 5-9 Grafik biaya angkutan dengan pabrik pengemasan pada jarak $\pm 400\text{NM}$...	57
Gambar 5-10 Rute pelayaran Banyuwangi-Lampung	60
Gambar 5-11 Grafik biaya angkutan tanpa pabrik pengemasan pada jarak $\pm 600\text{NM}$	61
Gambar 5-12 Grafik biaya angkutan dengan pabrik pengemasan pada jarak $\pm 600\text{NM}$.	61

Gambar 5-13 Rute pelayaran Banyuwangi-Teluk bayur	64
Gambar 5-14 Grafik biaya angkutan tanpa pabrik pengemasan pada jarak $\pm 800\text{NM}$	65
Gambar 5-15 Grafik biaya angkutan dengan pabrik pengemasan pada jarak $\pm 800\text{NM}$.	65
Gambar 5-16 Rute pelayaran Tuban-Ambon.....	69
Gambar 5-17 Grafik biaya angkutan dengan pabrik kemas pada jarak $\pm 1000\text{NM}$	70
Gambar 5-18 Grafik biaya angkutan tanpa pabrik pengemasan pada jarak $\pm 1000\text{NM}$..	70
Gambar 5-19 Grafik unit cost pabrik pengemasan pada rute Banyuwangi-Sumbawa ...	69
Gambar 5-20 Grafik unit cost pabrik pengemasan pada rute Tuban-Biringkassi.....	73
Gambar 5-21 Grafik unit cost pabrik pengemasan pada rute Banyuwangi-Lampung....	73
Gambar 5-22 Grafik unit cost pabrik pengemasan pada rute Tuban-Teluk Bayur.....	74
Gambar 5-23 Grafik unit cost pabrik pengemasan pada rute Tuban-Ambon	75
Gambar 5-24 Grafik sensitivitas terhadap waktu bongkar muat	76

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Beberapa rute pelayaran dari Tuban, Banyuwangi, dan Bayah.....	31
Tabel 4-2 Spesifikasi KM Shanon	38
Tabel 4-3 Hasil perhitungan biaya pengiriman semen Banyuwangi-Sumbawa	38
Tabel 4-4 Spesifikasi KM Montok	39
Tabel 4-6 Spesifikasi KM Pelita Andalas	41
Tabel 4-7 Hasil perhitungan biaya pengiriman semen Banyuwangi-Lampung.....	41
Tabel 4-8 Spesifikasi KM Celine.....	42
Tabel 4-9 Hasil perhitungan biaya pengiriman semen Tuban-Teluk Bayur.....	42
Table 4-10 Spesifikasi KM Perkasa.....	43
Tabel 4-11 Hasil perhitungan biaya pengiriman semen Tuban-Ambon	44
Tabel 5-1 biaya pengiriman semen sak GC tanpa pabrik kemas pada rute 1	49
Tabel 5-2 biaya pengiriman semen curah tanpa pabrik kemas pada rute 1	49
Table 5-3 biaya pengiriman semen sak SPB tanpa pabrik kemas pada rute 1	40
Table 5-4 biaya pengiriman semen sak GC dengan pabrik kemas pada rute 1	50
Tabel 5-5 biaya pengiriman semen curah dengan pabrik kemas pada rute 1	50
Tabel 5-6 biaya pengiriman semen sak SPB dengan pabrik kemas pada rute 1	51
Tabel 5-7 biaya pengiriman semen sak GC tanpa pabrik kemas pada rute 2	53
Tabel 5-8 biaya pengiriman semen curah tanpa pabrik kemas pada rute 2	53
Tabel 5-9 biaya pengiriman semen sak SPB tanpa pabrik kemas pada rute 2.....	54
Tabel 5-10 biaya pengiriman semen sak GC dengan pabrik kemas pada rute 2	54
Tabel 5-11 biaya pengiriman semen curah dengan pabrik kemas pada rute 2	54
Tabel 5-12 biaya pengiriman semen sak SPB dengan pabrik kemas pada rute 2.....	55
Tabel 5-13 biaya pengiriman semen sak GC Tanpa pabrik kemas pada rute 3	57
Tabel 5-14 biaya pengiriman semen curah Tanpa pabrik kemas pada rute 3	58
Tabel 5-15 biaya pengiriman semen sak SPB Tanpa pabrik kemas pada rute 3	58
Tabel 5-16 biaya pengiriman semen sak GC dengan pabrik kemas pada rute 3	58
Tabel 5-17 biaya pengiriman semen curah dengan pabrik kemas pada rute 3	59
Tabel 5-18 biaya pengiriman semen sak SPB dengan pabrik kemas pada rute 3.....	59
Tabel 5-19 biaya pengiriman semen sak GC tanpa pabrik kemas pada rute 4	62
Tabel 5-20 biaya pengiriman semen curah tanpa pabrik kemas pada rute 4	62

Tabel 5-21 biaya pengiriman semen sak SPB tanpa pabrik kemas pada rute 4.....	63
Tabel 5-22 biaya pengiriman semen sak GC dengan pabrik kemas pada rute 4	63
Tabel 5-23 biaya pengiriman semen curah dengan pabrik kemas pada rute 4	64
Tabel 5-24 biaya pengiriman semen sak SPB dengan pabrik kemas pada rute 4.....	64
Tabel 5-25 biaya pengiriman semen sak GC tanpa pabrik kemas pada rute 5	66
Tabel 5-26 biaya pengiriman semen curah tanpa pabrik kemas pada rute 5	67
Tabel 5-27 biaya pengiriman semen sak SPB tanpa pabrik kemas pada rute 5.....	67
Tabel 5-28 biaya pengiriman semen sak GC dengan pabrik kemas pada rute 5	68
Tabel 5-29 biaya pengiriman semen curah dengan pabrik kemas pada rute 5	68
Tabel 5-30 biaya pengiriman semen sak SPB dengan pabrik kemas pada rute 5.....	68

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan bertumbuhnya ekonomi dan jumlah penduduk di Indonesia, kota-kota besar dan daerah akan semakin giat membangun konstruksi dan bangunan yang berfungsi menopang kehidupan dan perekonomian daerahnya masing-masing. Bangunan-bangunan ini dapat berupa rumah tinggal untuk penduduk, area komersial, atau infrastruktur yang berfungsi memfasilitasi publik atau menjaga ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan masyarakat. Dengan adanya infrastruktur yang baik, maka perekonomian dan ketersediaan barang suatu daerah juga ikut terangkat sehingga daerah tidak akan mengalami ketimpangan ekonomi yang tinggi apabila dibandingkan dengan kota-kota besar.

Semen merupakan salah satu bahan bangunan yang paling dicari masyarakat Indonesia. Fungsi semen sebagai bahan perekat bahan bangunan menjadikan semen menjadi bahan bangunan yang wajib digunakan saat melakukan pembangunan. Semen memiliki banyak jenis dengan harga yang berbeda sesuai kebutuhan. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil semen terbesar di dunia, banyaknya bahan material semen seperti kapur dan tanah liat di Indonesia membuat banyak perusahaan swasta dalam dan luar negeri membuka pabrik semen di Indonesia untuk meramaikan persaingan industri semen. PT Semen Indonesia sebagai BUMN yang bergerak dalam bidang industri semen masih menjadi produsen terbesar yang juga menguasai pasar dalam negeri.



Sumber: Annual report Semen Indonesia 2017

Gambar 1-1 Peta harga semen di berbagai wilayah Indonesia tahun 2017

Meskipun kebutuhan semen dalam negeri dapat dipenuhi dari produksi pabrik semen, namun di beberapa daerah di Indonesia masih terjadi kelangkaan semen. Hal ini dibuktikan dengan masih tingginya harga semen di beberapa daerah di Indonesia yang mengalami kekurangan pasokan. Hal ini diperparah dengan buruknya jalur distribusi menuju daerah terpencil di Indonesia yang menyebabkan harga semen melambung mencapai jutaan rupiah. Daerah Indonesia timur merupakan daerah di Indonesia yang terkena dampak paling tinggi akibat buruknya sistem logistik semen sehingga menyebabkan pembangunan daerah tersebut menjadi tertinggal dibandingkan dengan pembangunan di pulau Jawa. Daerah Indonesia timur biasa menyuplai semen untuk memenuhi kebutuhannya dari berbagai daerah pemasok semen di Indonesia, salah satu pemasok terbesarnya berasal dari pulau Jawa. Banyaknya pabrik semen di pulau Jawa dan kapasitas produksinya yang tinggi membuat perusahaan-perusahaan semen yang beroperasi di sini menjadi pemasok utama semen di Indonesia.

Kondisi pengiriman semen di Indonesia saat ini paling sering menggunakan kapal *general cargo*, kontainer, dan kapal khusus curah semen seperti MV Iriana yang dibangun oleh pemerintah sebagai kapal curah semen bertenaga listrik yang siap mengangkut semen dari sentra produksinya untuk disebar ke berbagai daerah di Indonesia seperti Batam, Tuban, dan Tanjung Priok. MV Iriana mengusung konsep ramah lingkungan yaitu menggunakan propulsi tenaga listrik yang dianggap lebih efisien karena mampu mengurangi biaya operasi. Selain kapal ini pengiriman ke daerah-daerah yang lebih terpencil terkadang menggunakan kapal *general cargo* pelra atau kapal kontainer tol laut yang beroperasi pada rute Indonesia timur dengan bentuk muatan semen sak.

Provinsi Maluku, Provinsi Maluku Utara, Provinsi Papua Barat, dan Provinsi Papua merupakan gugusan pulau yang berada di wilayah Indonesia timur. Keempat provinsi tersebut memiliki wilayah kepulauan. Menurut Biro Pusat Statistik, pertumbuhan penduduk di wilayah Indonesia timur mengalami peningkatan. Kepadatan jumlah penduduk berbanding lurus dengan kebutuhan infrastruktur di suatu wilayah. Pertumbuhan infrastruktur di wilayah Indonesia timur menyebabkan permintaan terhadap semen akan meningkat sehingga perlu adanya suatu langkah nyata untuk mengatasi tingginya permintaan terhadap semen. Salah satu caranya adalah dengan melakukan optimasi pengiriman semen. Sebagian besar pabrik semen berada di pulau Jawa, yang artinya permintaan semen di daerah-daerah luar Jawa sebagian besar akan dikirim melalui jalur laut. Dengan dibuatnya model perbandingan skala ekonomis angkutan semen diharapkan dapat mengatasi kelangkaan semen yang akan terjadi.

1.2. Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang yang ada, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diangkat dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana kondisi pengiriman semen di Indonesia pada saat ini?
2. Bagaimana perbandingan skala ekonomis pengiriman komoditas semen sak dibanding semen curah dari segi efisiensi biaya?
3. Bagaimana Kondisi optimum pada pengiriman semen sak dan curah?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk :

1. Mengetahui kondisi pengiriman semen di Indonesia saat ini.
2. Mengetahui perbandingan skala ekonomis komoditas semen sak dibanding semen curah.
3. Mengetahui kondisi yang optimum pada pengiriman semen sak dan curah.

1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu meluas dan keluar dari topik utama, maka penulis memberikan beberapa batasan masalah. Beberapa di antaranya:

1. Komoditas yang dibandingkan adalah semen sak dengan semen curah.
2. Kapal yang dibandingkan dalam angkutan semen adalah kapal *general cargo*, *self propelled barge* dan kapal curah semen.
3. Penelitian berfokus pada angkutan semen di laut.
4. Model pengangkutan hanya sampai pada ukuran kapal, bukan desain konseptual.
5. Penelitian menggunakan acuan angkutan laut dari PT. Semen Indonesia Tuban.

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai referensi untuk mengetahui jenis angkutan semen seperti apa yang lebih optimum pada kondisi-kondisi tertentu seperti permintaan, jarak, kondisi pelabuhan, kapasitas penampungan sehingga dapat menjaga harga angkutan laut semen serendah mungkin kemanapun tujuannya.

1.6. Hipotesis Awal

Kondisi terkini pengiriman semen biasanya hanya melihat kebutuhan semen di daerah, perusahaan semen hanya akan memberi angkutan semen kapasitas besar dalam bentuk curah kemudian membangun *packing plant* untuk dijadikan titik distribusi. Sedangkan pada daerah yang memiliki permintaan semen yang kecil, perusahaan semen akan menggunakan jasa pihak ketiga untuk mendistribusikan semen dalam bentuk sak dengan kapal berukuran kecil. Biaya angkutan semen akan lebih rendah apabila perusahaan semen tahu pada kondisi seperti apa jenis angkutan semen di laut akan lebih optimum.

1.7. Struktur Laporan

- BAB I PENDAHULUAN berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat, hipotesis awal, dan struktur laporan.
- BAB II STUDI LITERATUR berisi jenis-jenis semen, industry semen di Indonesia, angkutan semen di laut, komponen biaya transportasi laut, *packing plant*, optimasi, dan pemrograman linear.
- BAB III METODOLOGI PENELITIAN berisi diagram alir, tahap pengerjaan, model matematis, dan metode pengumpulan data.
- BAB IV GAMBARAN UMUM berisi PT. Semen Indonesia, pola pengiriman semen saat ini, dan analisis biaya angkutan semen pada kondisi saat ini.
- BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN berisi model optimasi angkutan semen, analisis rute 200 mil laut, analisis rute 400 mil laut, analisis rute 600 mil laut, analisis rute 800 mil laut, dan analisis rute 1000 mil laut.
- BAB VI PENUTUP berisi kesimpulan dan saran.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jenis-jenis Semen



Sumber: www.semenpadang.co.id

Gambar 2-1 Jenis-jenis semen umum di pasaran

Semen adalah zat padat yang berfungsi untuk merekatkan batu, bata, batako, atau bahan bangunan lainnya agar konstruksi dapat berdiri dengan kokoh. Semen juga merupakan bahan baku utama untuk pembuatan beton dan fondasi. Semen dibuat menggunakan dua bahan baku utama, yaitu kapur yang biasa terdapat pada batu gamping dan silika yang biasa terdapat pada tanah liat. Bahan campuran lainnya seperti terak dan gypsum digunakan untuk membuat jenis semen dengan sifat-sifat tertentu. Berikut adalah beberapa jenis semen yang paling sering ditemukan di pasaran (PT Semen Indonesia, 2017):

a) *Ordinary Portland Cement* (OPC)

Semen *Portland* biasa adalah jenis semen yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan merupakan jenis semen yang paling sering dijumpai di toko bangunan. Jenis ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan umum yang tidak

memerlukan persyaratan khusus untuk hidrasi panas dan kekuatan tekan awal. Kegunaan Semen *Portland* di antaranya konstruksi bangunan untuk rumah permukiman, gedung bertingkat, dan jalan raya. Karakteristik Semen *Portland* ini cocok digunakan di lokasi pembangunan di kawasan yang jauh dari pantai dan memiliki kadar sulfat rendah. Semen ini memiliki warna abu-abu cerah.

b) *Portland Composite Cement* (PCC)

Jenis semen ini juga cukup sering ditemukan di pasaran. Semen ini secara luas adalah bahan pengikat untuk konstruksi beton umum, pasangan batu bata, beton pra cetak, beton pra-tekan, *paving block*, plesteran dan acian, dan sebagainya. Karakteristik *Portland Composite Cement* (PCC) lebih mudah dikerjakan, kedap air, tahan sulfat, dan tidak mudah retak. Material ini terdiri dari beberapa unsur di antaranya terak, gypsum, dan bahan anorganik.

c) *Portland Pozoland Cement* (PPC)

Portland Pozoland Cement adalah bahan pengikat hidrolisis yang dibuat dengan menggiling terak, gypsum, dan bahan *pozoland*. Kegunaan *portland pozzolan cement* diantaranya adalah sebagai konstruksi beton massa, konstruksi di tepi pantai dan tanah rawa yang harus memiliki ketahanan terhadap sulfat, tahan hidrasi panas sedang, pekerjaan pasangan dan plesteran. Beberapa jenis bangunan yang menggunakan produk ini diantaranya perumahan, jalan raya, dermaga, irigasi, dan sebagainya.

d) *White Portland Cement* (WPC)

Semen *portland* putih adalah Semen yang dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif. Pembuatan semen ini membutuhkan persyaratan bahan baku dan proses pembuatan yang khusus, seperti misalnya bahan mentahnya mengandung oksida besi dan oksida manganese yang sangat rendah (di bawah 1 %).

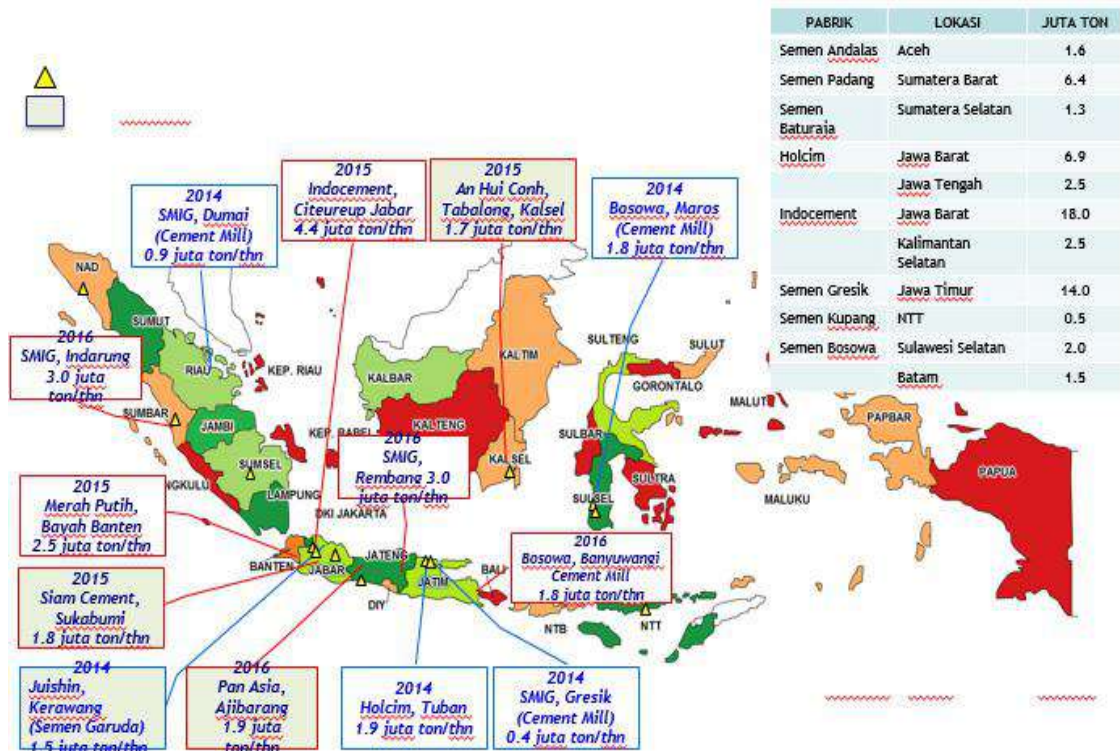
e) *Oil Well Cemet* (OWC)

Merupakan semen Khusus yang digunakan untuk pembuatan sumur minyak bumi dan gas alam dengan konstruksi sumur minyak bawah permukaan laut dan bumi, OWC yang telah diproduksi adalah class G, HSR (*High Sulfat Resistance*) disebut juga sebagai " BASIC OWC" . adaptif dapat ditambahkan untuk pemakaian pada berbagai kedalaman dan temperatur.

f) *Super Masonry Cement* (SMC)

Semen ini biasa digunakan untuk konstruksi perumahan gedung, jalan dan irigasi yang struktur betonnya maksimal K 225. Dapat juga digunakan untuk bahan baku pembuatan genteng beton, *hollow brick*, *Paving Block*, tegel dan bahan bangunan lainnya.

2.2. Industri Semen Di Indonesia



Sumber: <http://bumn.go.id/semenindonesia/berita/1346>

Gambar 2-2 Produksi semen di berbagai daerah di Indonesia

Dalam data statistik Asosiasi Semen Indonesia (ASI) pertumbuhan konsumsi semen di Indonesia menunjukkan tren kenaikan yang positif, rata-rata per tahun mencapai angka 8.4 % dalam kurun waktu 2010-2015. Namun angka tersebut masih di bawah kapasitas produksi semen nasional. Berdasarkan data Sistem Informasi Investasi dan Pasar Infrastruktur (SIPI) kurun waktu 2010-2015 menunjukkan peningkatan. Untuk tahun 2015 saja kapasitas produksi mencapai 75,3 juta ton (PT Semen Indonesia, 2017)

Jika dihitung berdasarkan konsumsi per kapita, konsumsi semen di Indonesia tergolong masih rendah baru diangka 300 kilogram per kapita. Angka ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan konsumsi semen di Malaysia yang mencapai lebih dari 600 kilogram per kapita. Hal tersebut menunjukkan pembangunan infrastruktur masih terbelakang. Positifnya, program

pemerintah dalam percepatan pembangunan infrastruktur akan terus berkembang guna menciptakan iklim investasi yang baik dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Dalam upaya tersebut, pemerintah Indonesia di bawah kepemimpinan Presiden Joko Widodo, mendukung penuh dengan merealisasikan melalui Master Plan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI). Salah satunya terlihat dalam alokasi APBN untuk pembangunan infrastruktur mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, untuk tahun 2016 dananya mencapai lebih dari 300 triliun rupiah. Kenaikan tajam terlihat antara tahun 2014 hingga 2015 yang disebabkan oleh realokasi dana subsidi energi dialihkan untuk pembangunan infrastruktur. Ini tentu akan berimbas pada permintaan semen nasional yang meningkat. ASI memprediksikan konsumsi semen nasional akan menyentuh angka 85-90 juta ton pada tahun 2017.

Beberapa program pemerintah yang akan mendukung industri semen nasional di antaranya peluncuran program satu juta rumah pada April 2015, yang merupakan program pemerintah untuk memberikan fasilitas rumah yang memadai bagi warga berpenghasilan rendah dimana setengah alokasi pembangunannya menggunakan anggaran negara. Program pembangunan pedesaan senilai Rp 47 triliun yang mulai dilaksanakan tahun ini. Program lainnya pembangunan pembangkit listrik 35.000 MW hingga 2019. Bertujuan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Indonesia dari Sabang sampai Merauke. Hal ini tentu akan berdampak signifikan bagi pertumbuhan ekonomi dan menginisiasi berkembangnya pembangunan infrastruktur di luar Jawa. Yang hingga saat ini Pulau Jawa masih menjadi konsumen utama konsumsi semen nasional yang mencapai lebih dari setengah total konsumsi semen di Indonesia, diikuti oleh Sumatera.

Tren tersebut mendorong produsen semen nasional berlomba-lomba melakukan ekspansi dengan mengeluarkan investasi triliunan rupiah. Produsen semen nasional didominasi oleh tiga perusahaan besar yaitu, PT Semen Indonesia, PT Indocement Tungal Prakarsa dan PT Holcim Indonesia. Diikuti PT Semen Andalas, Semen Baturaja dan Bosowa Group. Indonesia (sebelumnya dikenal sebagai Semen Gresik). PT Semen Indonesia menguasai sekitar 43 persen dari penjualan pasar domestik. Diikuti oleh Indocement Tungal Prakarsa yang mengambil lebih dari 30 persen pasar. Di tempat ketiga, dengan pangsa pasar sekitar 15 persen dikuasai oleh Holcim Indonesia, yang merupakan bagian dari Swiss Holcim Group, salah satu produsen semen terbesar di seluruh dunia. Pangsa lainnya diambil oleh pemain kecil termasuk Bosowa Corporation dan Semen Baturaja.

Masuknya perusahaan-perusahaan asing dari Eropa ditambah dalam beberapa tahun terakhir dari Thailand dan Tiongkok, membuat kompetisi di pasar semen nasional kian sengit. Menguatnya isu lingkungan di negara-negara Eropa, pelemahan ekonomi di Tiongkok dan masih rendahnya konsumsi semen negara-negara berkembang, jadi faktor utama dan membuat Indonesia menjadi sasaran empuk ekspansi perusahaan-perusahaan semen asing.

Tahun 2016 ini saja Indonesia kedatangan lima pendatang baru dalam industri semen yaitu Anhui Keong (Tiongkok) beroperasi di Kalimantan Selatan yang memiliki kapasitas produksi tahunan 1.55 juta ton per tahun; kedua, Pan Asia (Pakistan) dengan merek Semen Bima yang diproduksi di Banyumas Jawa Tengah dengan kapasitas produksi tahunan mencapai 2 juta ton; ketiga, Siam Cement merupakan unit produsen semen terbesar di Thailand yang pabriknya beroperasi di Sukabumi (Jawa Barat), memiliki kapasitas produksi terpasang sebesar 1,9 juta ton semen per tahun; keempat, Cemindo Gemilang dengan pabrik di Banten memiliki kapasitas produksi sebesar 4 juta ton per tahun; dan kelima, Jui Shin Indonesia dengan pabrik di Karawang (Jawa Barat) yang memiliki kapasitas produksi tahunan 2 juta ton dengan merek dagang Semen Garuda.

Tahun 2015 produksi semen nasional mencapai 75.3 juta ton sementara konsumsi nasional baru menyentuh angka 62 juta ton. Data tersebut menunjukkan kapasitas produksi semen nasional mengalami kelebihan dibanding permintaan domestik. Jika melihat kelebihan kapasitas yang ada sekarang, sebetulnya menjadi peluang bagi Indonesia untuk merambah pangsa pasar ekspor yang saat ini tidak signifikan. Ekspor semen Indonesia mengalami naik turun volume tahun 2010-2015. Tahun lalu, ekspor semen mencapai 1 juta ton, naik 280% dari tahun sebelumnya 265,16 ribu ton. Sebanyak 561,76 ribu ton ekspor dalam bentuk semen dan sisanya 445,74 ribu ton berupa kerak semen. Beberapa negara yang mempunyai peluang sebagai target pasar ekspor semen Indonesia di antaranya Bangladesh, Afrika, Australia, Filipina dan Timur Tengah.

Pemerintah perlu menyikapi dengan membuat kebijakan pembatasan investasi asing dalam industri semen di Indonesia. Kedatangan perusahaan asing hanya akan mengakibatkan kelebihan pasokan lebih besar yang berimbas pada penurunan harga jual dan profitabilitas terbatas dan membuat semakin sengitnya perebutan pangsa pasar semen domestik.

2.3. Angkutan Semen di Laut

2.3.1. Angkutan Semen Curah



Sumber: tonasalines.co.id

Gambar 2-3 *Cement Carrier* Tonasa Lines 5000 MT

Untuk mengangkut muatan semen ke daerah di luar pulau Jawa, perusahaan semen akan menggunakan kapal curah khusus semen (*Cement Carrier*) untuk mengangkut muatan semen ke daerah tujuan yang memiliki pabrik pengemasan semen (*Packing Plant*). Pengangkutan semen dalam bentuk curah tidak boleh terkontaminasi air dan udara sehingga pada angkutan jenis curah hanya dapat diangkut dengan kapal curah semen. Pabrik pengemasan yang dituju oleh kapal curah semen biasanya juga merupakan daerah strategis di mana daerah tersebut memiliki infrastruktur memadai untuk dijadikan sebagai pusat distribusi semen di suatu wilayah. Sebagai contoh PT Semen Indonesia membangun pabrik pengemasan di kota Pontianak sebagai pusat distribusi semen di wilayah Kalimantan Barat. Tiap pelabuhan dengan pabrik pengemasan memiliki silo untuk menyimpan semen sebelum diproses dengan berbagai ukuran menyesuaikan permintaan semen di daerah. Perusahaan semen biasanya tidak memiliki kapal semen, mereka biasa melakukan kerja sama dengan rekanan perusahaan pelayaran. Perusahaan semen akan menanggung biaya sewa dan biaya bahan bakar kapal. Pada jenis angkutan ini, semen akan dikemas terlebih dahulu di pabrik pengemasan sebelum di distribusikan kepada konsumen, pengecualian apabila semen yang diangkut langsung digunakan untuk pembangunan konstruksi skala besar. Semen biasa diangkut dalam jumlah besar namun terbatas ke titik distribusi, tidak mampu mengirim semen langsung ke daerah. Kapal *cement carrier* memiliki alat bongkar muat semen sendiri, biasanya kapal ini

menggunakan *gravity pneumatic* untuk memuat semen. Perusahaan semen juga akan bertanggung jawab dalam menanggung biaya bongkar muat semen yang diangkut dalam bentuk curah.

2.3.2. Angkutan Semen Sak



Sumber: <http://translogtoday.com>

Gambar 2-4 Proses muat semen sak pada kapal *General Cargo*

Sedangkan pada kasus semen sak, perusahaan semen akan melakukan kerja sama dengan perusahaan ekspedisi dan distributor daerah untuk melakukan pengangkutan semen sak. Perusahaan semen tidak menanggung biaya pengangkutan karena biasanya angkutan dalam bentuk sak bersifat FOB (*Free on Board*) di mana perusahaan semen hanya bertanggung jawab membawa muatan sampai ke atas kapal. Biaya pengangkutan laut akan ditanggung oleh perusahaan ekspedisi dan distributor, kemudian harga jual semen akan ditentukan oleh perusahaan semen agar distributor tetap mendapat untung penjualan dan harga semen yang diangkut dengan cara ini tetap sama dengan semen yang di distribusikan dari *packing plant* perusahaan semen. Semen sak dapat dimuat dari pelabuhan mana saja selama daerah yang menyuplai memiliki pasokan semen sak yang siap didistribusikan keluar pulau. Selain itu karena kapal pengangkut semen biasanya adalah kapal *General Cargo* yang tidak memiliki DWT yang terlalu tinggi. Pada beberapa kasus, kapal *Self Propelled Barge* juga digunakan untuk melakukan pengangkutan semen sak. Kapal ini memiliki kelebihan dapat mengangkut muatan lebih banyak karena ruang muatnya yang besar. Namun karena sedikitnya jenis kapal ini, saat ini sebagian besar angkutan sak dibuat dalam kapal *general cargo*.

2.4. Komponen Biaya Transportasi Laut

Transportasi laut adalah perpindahan benda hidup maupun benda mati dari satu tempat ke tempat lain menggunakan moda transportasi yang mampu mengangkut benda tersebut melewati laut. Kegiatan transportasi selalu dilakukan oleh manusia untuk memudahkan aktifitas mereka sehari-hari mulai dari kegiatan ekonomi sampai migrasi. Dari pengertian di atas dapat didefinisikan bahwa salah satu kegiatan transportasi laut adalah perpindahan manusia dan barang menggunakan kapal sebagai moda transportasi yang digunakan untuk melewati laut. Perpindahan tersebut memiliki asal tertentu dimana suatu barang diproduksi dan dikirim menuju tujuan tertentu dimana produk / barang tersebut dikonsumsi. Untuk menunjang kegiatan transportasi laut, tentu diperlukan kapal sebagai kendaraan utamanya, dan pelabuhan sebagai tempat perpindahan muatan atau manusia dari laut menuju darat.

Dalam transportasi laut, moda yang digunakan memerlukan biaya untuk dapat beroperasi. Kumpulan dari biaya-biaya ini disebut komponen biaya, yaitu klasifikasi dari biaya yang diperlukan agar moda transportasi yaitu kapal dapat bekerja sesuai yang diinginkan. Komponen biaya secara garis besar terbagi menjadi empat yaitu *capital cost* yang berhubungan dengan pengadaan kapal, *voyage cost* yang berhubungan dengan biaya pelayaran, *operating cost* yang berhubungan dengan pengoperasian kapal, dan *cargo handling cost* yang berhubungan dengan bongkar muat kapal. Keseluruhan dari komponen biaya ini disebut *total cost* atau biaya total. *Total cost* akan menentukan seberapa besar biaya angkutan per ton dari suatu rute pelayaran.

2.4.1. Capital Cost

Capital cost atau biaya kapital adalah biaya yang timbul untuk pengadaan moda transportasi laut yaitu kapal. Terdapat tiga tipe pengadaan kapal yaitu pengadaan dengan cara membeli langsung kapal yang dijual oleh pemiliknya, membangun kapal dengan menggunakan jasa galangan kapal, dan menyewa kapal dengan kesepakatan tertentu (*charter*).

Dalam perencanaan kali ini diadakan dengan cara membangun menggunakan jasa galangan dan sewa dengan ketentuan *time charter*. Jika pengadaan kapal dilakukan dengan cara membangun menggunakan jasa galangan, pembeli dikenakan biaya pengadaan baja, mesin, perlengkapan, dan jasa pembangunan kapal oleh galangan. Pembayaran kapal akan dilakukan dengan cara diangsur per tahun sesuai kesepakatan dengan galangan kapal. Jika pengadaan kapal dilakukan dengan cara sewa (*charter*) maka penyewa kapal akan

membayar harga sewa sesuai kesepakatan. Sewa kapal dibedakan menjadi tiga jenis yaitu *time charter*, *voyage charter*, dan *bareboat charter*. *Time Charter* adalah sistem penyewaan kapal antara pemilik kapal (*ship's owner*) dengan penyewa (*charterer*) yang didasarkan pada jangka waktu (lamanya penyewaan) yang disetujui bersama oleh kedua belah pihak. Tanggung jawab dari penyewa kapal adalah membayar semua biaya operasional kapal, sedangkan pemilik kapal bertanggung jawab membayar gaji kru kapal.

2.4.2. *Voyage Cost*

Biaya pelayaran atau *voyage cost* adalah biaya variabel yang dikeluarkan oleh kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah biaya bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan biaya tunda.

$$V_c = F_c + P_c + T_c$$

Keterangan:

$V_c = \text{Voyage Cost}$

$F_c = \text{Fuel Cost}$

$P_c = \text{Port Charges}$ atau ongkos pelabuhan

$T_c = \text{Tug Cost}$ untuk jasa pandu dan tunda

a) *Fuel Cost*

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung pada beberapa variabel seperti ukuran kapal, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau ballast, kecepatan kapal, cuaca, jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar di laut dan di pelabuhan serta harga bahan bakar. Jenis bahan bakar yang dipakai ada 3 macam yaitu HSD, MDO dan MFO

b) *Port Cost*

Pada saat kapal berada dipelabuhan biaya-biaya yang dikeluarkan meliputi *port dues* dan *services charges*. *Port dues* adalah biaya yang dikenakan atas penggunaan

fasilitas pelabuhan berupa fasilitas dermaga, tambatan, kolam labuh, dan infrastruktur lainnya yang besarannya tergantung *volume cargo*, berat *cargo*, *gross tonnage* dan *net tonnage*. *Services charge* meliputi jasa yang dipakai kapal selama dipelabuhan termasuk pandu dan tunda.

i. Jasa labuh

Jasa labuh dikenakan terhadap kapal yang menggunakan perairan pelabuhan.

ii. Jasa tambat

Jasa tambat dikenakan pada setiap kapal yang berlabuh di pelabuhan Indonesia dan tidak melakukan kegiatan, kecuali kapal perang dan kapal pemerintah Indonesia.

iii. Jasa pemaduan

Setiap kapal wajib melakukan pandu pada area berlayar dalam perairan pelabuhan dari mulai masuk, keluar atau pindah tambatan. Sesuai dengan tugasnya, jasa pemaduan ada dua jenis, yaitu pandu laut dan pandu bandar. Pandu laut yaitu pemanduan diperairan antara batas luar perairan hingga batas pandu bandar. Sedangkan pandu bandar adalah pandu yang bertugas memandu kapal dari batas perairan bandar hingga kapal masuk di kolam pelabuhan dan sandar di dermaga.

2.4.3. Operating Cost

Operating cost adalah biaya diperlukan kapal untuk pengoperasiannya. Segala komponen biaya yang berhubungan dengan perawatan kapal juga termasuk dalam kategori ini. Dalam *time charter*, pemilik kapal bertanggung jawab penuh dalam pemenuhan biaya ini. Komponen dari jenis biaya ini adalah:

- Biaya anak buah kapal. Terdiri dari gaji kru, asuransi kru dan suplai makanan kru yang dibayar secara tahunan.
- Biaya perawatan. Terdiri dari biaya minyak pelumas AE & ME, biaya perawatan dan pemeliharaan tahunan kapal, dan asuransi kapal.

- Biaya administrasi. Biaya yang timbul untuk administrasi kapal saat melakukan pelayaran dan biaya registrasi kapal.

2.4.4. Cargo Handling Cost

Biaya bongkar muat mempengaruhi biaya pelayaran yang harus dikeluarkan oleh pihak perusahaan pelayaran. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam kegiatan bongkar muat pada umumnya berupa *stevedoring*, *cargodoring*, *receiving/delivery*. Kegiatan tersebut dilaksanakan oleh perusahaan bongkar muat (PBM) sesuai dengan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor: KM 14 Tahun 2002 Tentang

Penyelenggaraan dan Pengusahaan Bongkar Muat barang dari dan ke kapal, adapun istilah dalam kegiatan bongkar muat dijelaskan sebagai berikut:

- Stevedoring* adalah pekerjaan membongkar barang dari kapal ke dermaga/truk/tongkang atau sebaliknya sampai dengan tersusun dalam palka kapal dengan menggunakan derek kapal atau derek darat.
- Cargodoring* adalah pekerjaan melepaskan barang dari tali/jala-jala di dermaga dan mengangkut dari dermaga ke gudang/lapangan penumpukan barang selanjutnya menyusun di gudang/lapangan penumpukan dan sebaliknya.
- Receiving/delivery* adalah pekerjaan memindahkan barang dari timbunan/tempat penumpukan di gudang/lapangan penumpukan dan menyerahkan sampai tersusun diatas kendaraan di pintu gudang/lapangan atau sebaliknya.
- Perusahaan Bongkar Muat adalah badan hukum Indonesia yang khusus didirikan untuk menyelenggarakan dan mengusahakan kegiatan bongkar muat barang dari dan ke kapal.
- Tenaga Kerja Bongkar Muat adalah semua tenaga kerja yang terdaftar pada pelabuhan setempat yang melakukan pekerjaan bongkar muat di pelabuhan.

2.4.5. *Total Cost*

Dari keterangan keterangan yang telah dijelaskan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa rumus dari *total cost* atau biaya total yang diperlukan untuk mengoperasikan kapal dalam setahun adalah:

$$T_c = C_c + O_c + V_c + CH_c$$

Keterangan:

$T_c = Total\ cost$

$C_c = Capital\ cost$

$O_c = Operating\ cost$

$V_c = Voyage\ cost$

$CH_c = Cargo\ handling\ cost$

2.5. *Packing Plant*



Gambar 2-5 Pabrik pengemasan semen

Packing plant atau pabrik pengemasan semen adalah salah satu unit usaha dari pabrik semen yang berfungsi sebagai fasilitas pengantongan semen curah agar semen dapat dibawa dengan lebih mudah karena sudah di kemas dalam kantong semen. Semen biasa dikemas dalam ukuran 40-50 kilogram per sak semen. Semen yang sudah dikemas menjadi semen sak adalah

semen yang layak dijual ke masyarakat, distributor semen berperan besar dalam menyalurkan semen sak ke tangan konsumen.

Pembangunan pabrik pengemasan biasa dilakukan di tempat yang di anggap strategis sebagai titik distribusi di suatu daerah. Pabrik juga biasa didirikan bersama dengan pelabuhan khusus dan silo khusus semen curah untuk menerima kapal curah pengangkut semen agar semen dapat langsung diangkut dalam jumlah besar dalam sekali pengiriman. Pabrik pengemasan juga biasanya akan menerima kapal *general cargo* atau yang sejenisnya yang mampu bertambat di pelabuhan mereka untuk mengangkut semen dalam bentuk untuk di distribusikan ke daerah.

Pada penelitian ini, biaya yang menyangkut pabrik pengemasan akan menjadi menjadi komponen biaya tambahan sebagai acuan untuk perbandingan pengiriman semen curah dan sak. Komponen biaya utama dari pabrik pengemasan adalah biaya investasi pembangunan packing plant sebagai biaya tetap sekali bayar dan biaya operasional packing plant, sehingga dapat ditulis rumus:

$$P_c = (I + PO_c)/D$$

Keterangan:

P_c = *Packing cost*

I = *Investment*

PO_c = *Packer operating cost*

D = *Demand semen*

2.6. Optimasi

Optimasi adalah suatu proses untuk mencari hasil paling efektif dalam suatu perencanaan (Sentosa & Willy, 2011). Optimasi dapat didefinisikan sebagai suatu upaya untuk memaksimalkan/meminimalkan fungsi objektif menggunakan batasan batasan tertentu yang terjadi dalam suatu permasalahan. Optimasi memungkinkan sebuah perencanaan sistem untuk menghasilkan keuntungan tertinggi, menurunkan pengeluaran, dan mempercepat proses kerja dari sistem. Optimasi dapat di aplikasikan dalam berbagai bidang dalam kehidupan.

Optimasi terbagi menjadi dua bagian, yaitu optimasi yang tak terbatas yang hanya dikalikan dengan fungsi objektif yang tak terbatas dan tidak memiliki pembatas, dan

optimasi terbatas yang memiliki fungsi objektif yang terbatas atau persyaratan tertentu yang membuat masalah lebih rumit dan memerlukan algoritma yang berbeda untuk diselesaikan. Terdapat banyak teknik optimasi yang telah dikembangkan sampai saat ini, diantaranya adalah *linear programming*, *goal programming*, *integer programming*, *nonlinear programming*, dan *dynamic programming*. Penggunaan teknik optimasi tersebut tergantung dari permasalahan yang akan diselesaikan.

Pengerjaan suatu optimasi di zaman modern biasa dilakukan dengan menggunakan bantuan piranti lunak dalam pengerjaannya sehingga hasil dapat ditemukan dalam waktu yang relatif singkat. Dalam pengaplikasiannya, seorang yang ingin mengoptimalkan sesuatu perlu merubah permasalahan yang dihadapinya dalam bentuk model matematis sehingga piranti lunak dapat mendefinisikan masalah. Keberhasilan suatu optimasi bergantung pada cara seseorang menerjemahkan permasalahannya kedalam bentuk yang dapat dihitung oleh piranti lunak.

2.7. Skala Ekonomis

Skala Ekonomi merupakan fenomena turunnya biaya produksi per unit dari suatu perusahaan yang terjadi bersamaan dengan meningkatnya jumlah produksi (output). Skala ekonomi terjadi ketika biaya total rata-rata jangka panjang menurun seiring dengan meningkatnya output. Ketika produksi yang semakin tinggi akan menyebabkan suatu perusahaan menambah kapasitas produksi, dan penambahan kapasitas ini menyebabkan kegiatan produksi bertambah efisien.

Berikut ini adalah faktor-faktor penting yang dapat menimbulkan skala ekonomi, antara lain yaitu :

- Spesialisai biaya produksi atau biaya-biaya tetap dalam proses produksi seperti biaya pembelian gedung, mesin atau infrastruktur produksi.
- Pengurangan harga barang mentah dan kebutuhan produksi lain
- Memungkinkan produk sampingan (by products) di produksi
- Mendorong perkembangan usaha lain

Skala ekonomis merupakan konsep penting untuk menjelaskan fenomena di dunia nyata seperti pola-pola perdagangan internasional, jumlah perusahaan di pasar, dan bagaimana perusahaan yang terlalu besar bisa gagal. Bentuk dari kurva biaya total rata-rata jangka panjang menyampaikan informasi penting tentang teknologi untuk memproduksi suatu

barang. Pemanfaatan skala ekonomi juga membantu untuk menjelaskan mengapa perusahaan bisa tumbuh besar di beberapa industri. Skala ekonomi juga berperan dalam monopoli alamiah untuk membuat kebijakan perdagangan bebas yang diperlukan pasar yang lebih besar dalam suatu negara tertentu.

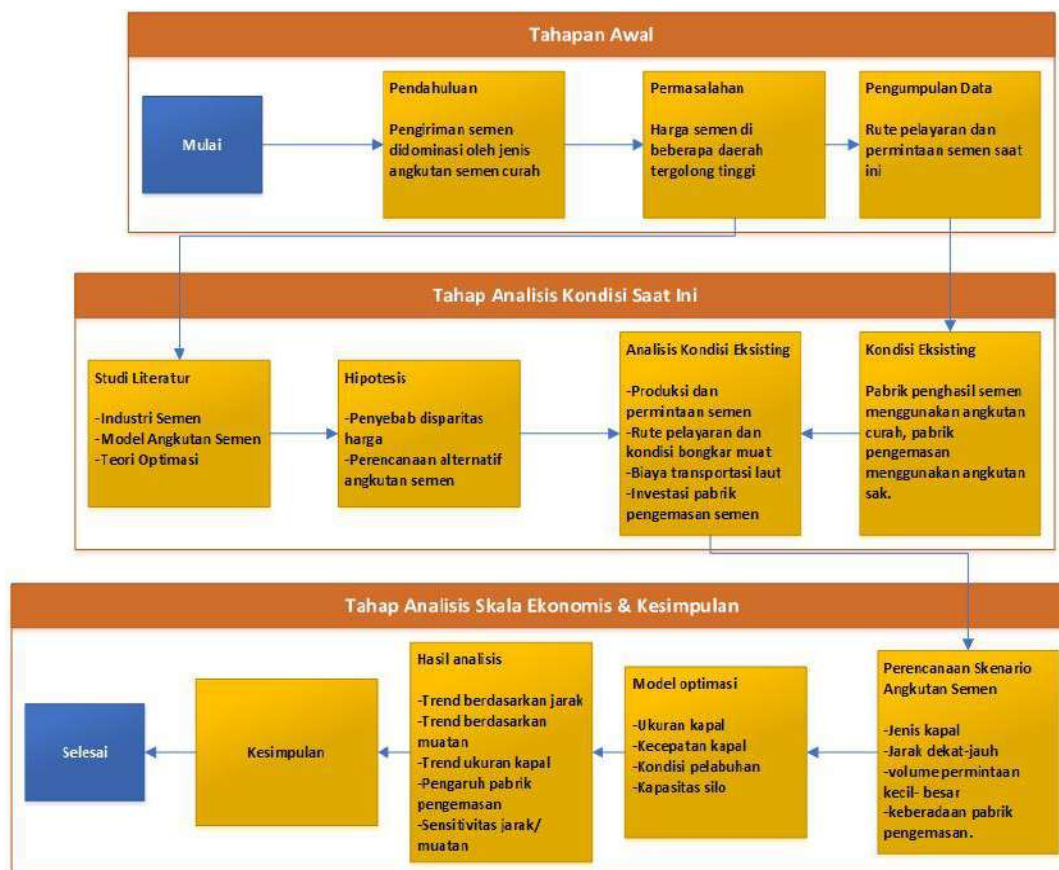
Skala ekonomi muncul karena tingkat produksi yang tinggi memberikan kesempatan kepada setiap pekerja melakukan spesialisasi, yang mengakibatkan setiap pekerja menjadi lebih mahir melakukan tugas yang diberikan kepada mereka. Skala disekonomi terjadi karena masalah koordinasi yang sering kali terjadi pada perusahaan besar. Analisis ini menunjukkan mengapa kurva biaya total rata-rata jangka panjang seringkali berbentuk U. Pada tingkat produksi yang rendah, perusahaan memperoleh keuntungan dengan bertambah besarnya perusahaan karena perusahaan dapat diuntungkan oleh spesialisasi pekerjanya yang semakin besar. Sementara itu masalah koordinasi belum terjadi. Sebaliknya, pada tingkat produksi yang tinggi, manfaat-manfaat dari spesialisasi semakin nyata, namun masalah koordinasi menjadi semakin parah seiring pertumbuhan perusahaan. Maka, biaya total rata-rata jangka panjang menurun pada tingkat produksi yang rendah karena meningkatnya spesialisasi, dan naik pada tingkat produksi yang tinggi karena meningkatnya masalah koordinasi. Skala yang dihadapi oleh perusahaan adalah murni teknologi dikenakan dan tidak dipengaruhi oleh keputusan ekonomi atau oleh kondisi pasar.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir

Dalam pengerjaan tugas akhir, diperlukan metodologi penelitian untuk mempermudah alur pengerjaan. Metodologi penelitian yang digunakan dapat dilihat pada diagram alir berikut:

Gambar 3-1 Diagram Alir



3.2. Tahap Pengerjaan

Sesuai dengan gambaran diagram alir penelitian, metodologi akan di jadikan langkah acuan pengerjaan tugas akhir. Secara garis besar, tahapan pengerjaan tugas akhir dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

❖ Identifikasi Masalah

Tahap ini adalah tahap awal pengerjaan. Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah pada kondisi eksisting angkutan semen. Permasalahan yang terjadi adalah harga tingginya produksi semen dalam negeri namun harga semen di beberapa daerah masih tetap tinggi. Kondisi pengiriman semen yang masih sangat di dominasi oleh kapal curah semen diduga

menjadi permasalahan utama karena produsen semen tidak begitu mempertimbangkan pengiriman semen menggunakan bentuk sak. Hal ini menyebabkan biaya angkutan laut semen yang seharusnya dapat ditekan dalam kondisi tertentu diabaikan oleh produsen semen sehingga harga jual semen di pasar suatu daerah mengalami kenaikan. Hal ini terjadi karena produsen semen biasa menyewa kapal berukuran besar dari pihak ketiga untuk mengangkut semen ke titik distribusi, sedangkan semen sak biasa diangkut oleh perusahaan ekspedisi rekanan produsen semen yang umumnya menggunakan kapal berukuran kecil.

❖ Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisis data tentang kondisi angkutan semen curah dan sak saat yang digunakan perusahaan semen pada saat ini, biaya pengangkutan masing-masing jenis, jumlah permintaan di daerah, jarak pengiriman, kondisi pelabuhan, dan kapasitas silo semen di daerah. Untuk menambah akurasi proses analisis pada tahap ini, penulis melakukan pengumpulan data dengan cara wawancara langsung dengan pihak yang memiliki kompetensi dalam proses logistik angkutan semen.

❖ Perencanaan Skenario Angkutan Semen

Pada tahap ini dilakukan perencanaan skenario angkutan semen yang dianggap mampu menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Perencanaan skenario angkutan semen dimulai dengan menentukan rute pengiriman semen yang saat ini beroperasi menurut data yang diberikan oleh narasumber. Setelah rute ditentukan maka data-data lain yang mempunyai nilai batasan seperti jumlah permintaan, jenis kapal, kondisi pelabuhan, dan kapasitas silo ditentukan. Dengan berfokus pada angkutan laut dan komponen biayanya, analisis ini akan melihat seberapa besar pengaruh jenis angkutan menentukan unit biaya dari semen. Biaya angkutan pada penelitian ini memiliki peran besar dalam pembentukan harga semen, sehingga untuk mengoptimalkan biaya dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan alat angkutnya, yang mana dalam hal ini adalah ukuran dan jenis kapal.

❖ Analisis Biaya

Setelah beberapa alternatif terbentuk, kemudian dilakukan perhitungan biaya yang muncul dari tiap alternatif tersebut. Biaya ini meliputi biaya angkutan laut dan investasi pabrik pengemasan. Untuk biaya angkutan laut, dilakukan optimasi ukuran utama kapal menggunakan alat bantu solver dengan hasil keluaran (output) berupa ukuran kapal terpilih dengan kriteria biaya minimal (minimal total cost) serta menghasilkan unit biaya paling minimum. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan biaya pengemasan semen.

➤ Biaya Transportasi Laut

Menghitung biaya transportasi laut dapat dilakukan dengan menjumlahkan biaya tetap (fixed cost) dengan biaya variabel (variable cost) berdasarkan teori biaya dalam transportasi laut menurut (Wergeland W. , 1997) . Biaya tetap adalah harga kapal, masing – masing alternatif kapal. Sedangkan biaya variabel terdiri dari biaya pelayaran (voyage cost), dan biaya pelabuhan (port dues). Karena komponen biaya tersebut bisa ada karena adanya muatan semen yang diangkut (bersifat variable). Persamaan yang digunakan dalam menentukan biaya total adalah sebagai berikut :

$$T_c = F_c + V_c$$

dengan,

T_c : biaya total (total cost)

F_c : biaya tetap (fixed cost)

V_c : biaya variabel (variable cost)

Untuk perhitungan biaya unit adalah menggunakan formulasi sebagai berikut :

$$U_c = T_c / Q_{ab}$$

U_c : biaya kapal per unit rute (unit biaya)

T_c : biaya total kapal (total cost)

Q_{ab} : Total semen (ton) terangkut dari pelabuhan i ke pelabuhan j

Perhitungan unit biaya yaitu total cost dibagi dengan total penumpang yang diangkut. Formulasi biaya tetap dan biaya variabel adalah sebagai berikut :

1. Biaya Tetap

Formulasi untuk menghitung biaya tetap (harga kapal) dan operasional adalah sebagai berikut :

$$F_c = n . (C_c + O_c)$$

F_c : Biaya tetap (fixed cost)

C_c : Biaya modal (Capital Cost)

O_c : Biaya Operasional (Operating Cost)

n : Jumlah kapal yang diperlukan (unit)

dengan,

$$C_c = D_p + A$$

$$C_c = (S_c / U) + ((L + i) / p)$$

C_c : Biaya modal (Capital Cost)

D_p : Depresiasi atau penyusutan nilai kapal

A : Angsuran pokok

S_c : Ship cost

P_i : Loan

i : Bunga

U : Umur ekonomis kapal

p : Jangka waktu pengembalian pinjaman (tenor)

sedangkan,

$$O_c = B_c + B_{oli} + B_{mr} + I + B_{bekal} + B_{II}$$

$$O_c = g \cdot Z_c \cdot wt + H_l \cdot lk + 3\% H_k + 1\% H_k + pr \cdot Z_c \cdot wt + (5000000 \cdot Fa) \text{ dimana,}$$

O_c : Biaya Operasional (Operating Cost)

B_c : Biaya kru

B_{oli} : Biaya Minyak Pelumas (Rp/liter)

B_{mr} : Biaya Perawatan dan Perbaikan

I : Asuransi

B_{bekal} : Biaya Perbekalan Kru

g : Besar gaji kru

Z_c : Jumlah kru

wt : Waktu kerja kru

Hl : Harga Pelumas

lk : Konsumsi minyak pelumas

pr : Harga perbekalan

Bll : Biaya lain lain, yang termasuk dalam biaya ini adalah biaya Administrasi

Fa : Frekuensi kapal berdasarkan trip

2. Biaya Variabel

Formulasi untuk menghitung biaya variabel dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$V_c = v_c + P_c + fw_c$$

V_c : total biaya variabel

v_c : biaya pelayaran (BBM)

P_c : biaya Pelabuhan

fw_c : biaya air tawar

a. Biaya Pelayaran (Voyage Cost)

$$v_c = nk \cdot [(Eme \cdot SFOC \cdot Ts \cdot (1 + \text{Margin}) \cdot Fa) \cdot m_c + (Eaux \cdot SFOC \cdot T_{tot} \cdot (1 + \text{Margin}) \cdot) \cdot ax_c]$$

dengan,

: daya mesin utama kapal (kW)

: daya mesin bantu kapal (kW)

SFOC : specific fuel oil consumption tiap mesin (ton/kWh)

Ts : total waktu kapal di laut (jam/Round Trip)

Ttot : total waktu kapal di laut dan pelabuhan (jam/Round Trip)

m_c : harga BBM untuk mesin utama (Rp/liter)

ax_c : harga BBM untuk mesin bantu (Rp/liter)

Fa : frekuensi kapal berdasarkan trip

: jumlah kapal yang diperlukan (unit)

b. Biaya Pelabuhan (Port Cost)

$$P_c = \sum nk \cdot [(GT \cdot jl_c) + (GT \cdot jt_c) + jp + td_c] \cdot Fa$$

dengan,

$$jp_c = (\text{tarif tetap} \cdot \text{gerakan}) + (\text{tarif variabel} \cdot GT \cdot \text{gerakan})$$

$$td_c = (\text{tarif tetap} \cdot \text{lama di pelabuhan}) + (\text{tarif variabel} \cdot GT \cdot \text{lama di pelabuhan})$$

: jumlah kapal yang diperlukan (unit)

jl_c : tarif jasa labuh (Rp/GT/kunjungan)

jt_c : tarif jasa tambat (Rp/GT/etmal)

jp_c : tarif jasa pandu

td_c : tarif jasa tunda

GT : Gross Tonage kapal

Fa : frekuensi kapal berdasarkan trip

Pc : biaya jasa pelabuhan

c. Biaya Air Tawar (Fresh Water Cost)

$$fw_c = Hfw \cdot (Cw \cdot Ts \cdot Zc)$$

dimana,

Cfw : Biaya Air Tawar

Hfw : Harga Air Tawar

Cw : Koefisien Konsumsi air tawar

Ts : total waktu kapal di laut

Zc : Jumlah kru

➤ Investasi Pabrik Pengemasan

Analisis investasi pabrik pengemasan dilakukan dengan cara menghitung biaya total investasi pembangunan sebagai *fixed cost* dengan biaya operasional pabrik dalam setahun sebagai *variable cost*.

$$P_c = I + PO_c$$

Keterangan:

P_c = *Packing cost*

I = *Investment*

PO_c = *Packer operating cost*

3.3. Metode pengumpulan data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara pengumpulan data tidak langsung (sekunder). Data yang diambil berupa :

- Jumlah permintaan semen dan rute pelayarannya.

Data diperoleh dengan cara melakukan wawancara dengan karyawan PT. Semen Indonesia Tuban yang menjabat sebagai staff distribusi semen sak dan semen curah.

- Proses pengangkutan semen menuju daerah yang dituju saat ini.

Data diperoleh dengan cara melakukan wawancara dengan karyawan PT. Semen Indonesia Tuban yang menjabat sebagai manajer logistik transportasi laut.

- Data kapal pengangkut semen

Data diperoleh dengan cara melakukan wawancara dengan karyawan PT. Semen Indonesia Tuban yang menjabat sebagai staff armada angkutan semen.

- Biaya Jasa Pelayanan Kapal dan Barang di Pelabuhan

Data diperoleh dengan cara mengambil data yang telah tersedia di website pelabuhan daerah daerah yang dituju

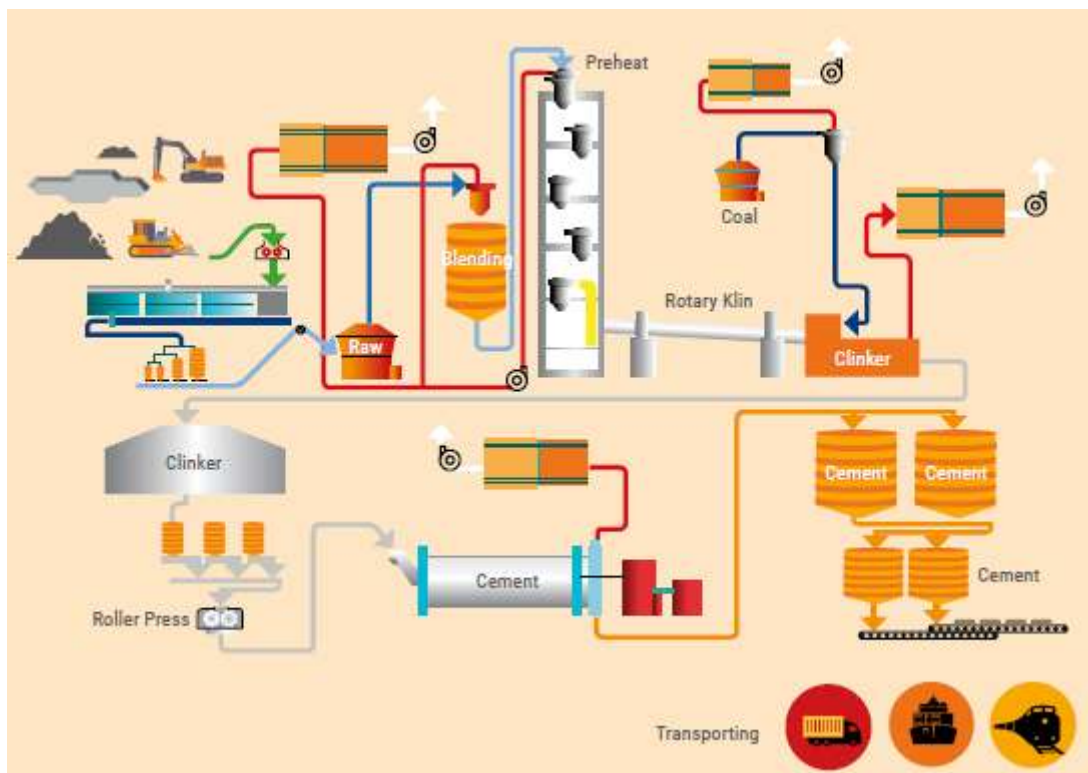
- Proses pengepakan semen

Data diperoleh dengan cara menyaksikan langsung proses pengemasan semen di pabrik semen milik PT. Semen Indonesia Tuban.

BAB 4 GAMBARAN UMUM

4.1. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk

PT Semen Indonesia merupakan BUMN yang berkecimpung dalam industri semen nasional. Perusahaan resmi berganti nama pada tahun 2012 dari sebelumnya yang bernama PT Semen Gresik (Persero) Tbk. PT Semen Indonesia merupakan perusahaan semen dengan kapasitas produksi dan *market share* terbesar di Indonesia. PT Semen Indonesia juga memiliki saluran distribusi yang luas dan merata di seluruh pelosok daerah di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan semen nasional yang terus meningkat dari tahun ke tahun. PT Semen Indonesia memiliki beberapa fasilitas distribusi antara lain: pelabuhan khusus semen yang membongkar muat semen curah, fasilitas pabrik kemasan semen, *packing plant* dengan pelabuhan khusus, gudang penyimpanan semen, dan jaringan distribusi semen dengan perusahaan ekspedisi yang siap membantu proses distribusi semen ke daerah untuk memastikan tidak ada kekosoangan stok semen di daerah. (Laporan tahunan Semen Indonesia, 2017)



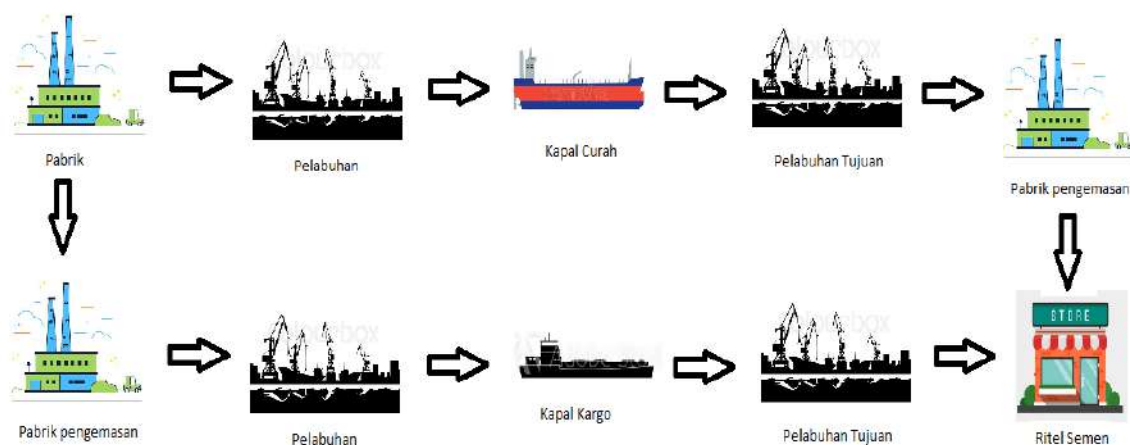
Sumber: Laporan tahunan Semen Indonesia, 2017

Gambar 4-1 Proses Produksi Semen

4.2. Pola Pengiriman Semen Saat ini

Semen merupakan material curah yang tidak tahan cuaca, sehingga dalam pengirimannya diperlukan perlakuan yaitu menyimpan semen dalam kondisi kering. Pada angkutan yang memiliki kemampuan menyimpan muatan dalam kondisi kering seperti kapal curah semen atau truk khusus semen, semen dapat diangkut dalam bentuk curah. Namun pada kapal non semen curah dan truk biasa, semen akan diangkut dalam bentuk sak untuk melindungi muatan semen. Karena sifatnya ini, semen dapat diangkut dalam jumlah besar sekali angkut sehingga memungkinkan semen untuk diangkut secara ekonomis.

Pada umumnya, setelah semen selesai diproduksi oleh pabrik semen, semen akan disimpan dalam silo khusus semen sebelum diputuskan seberapa banyak semen masuk pabrik pengemasan (*Packing plant*) dan seberapa banyak semen yang akan diangkut ke silo pelabuhan untuk diangkut oleh kapal semen curah, sedangkan semen sak yang telah keluar dari pabrik pengemasan akan juga akan melalui proses yang sama dimana semen akan disimpan di gudang semen terlebih dahulu sebelum sebagian porsi akan dipilah antara semen yang diangkut dengan transportasi darat dengan semen yang diangkut ke pelabuhan untuk diangkut oleh kapal non semen curah. Pada kasus semen curah, semen biasanya akan dibongkar di pelabuhan khusus semen yang dekat dengan pabrik pengemasan karena semen akan segera di kemas di pabrik pengemasan semen di daerah tujuan. Pabrik pengemasan semen biasa dibangun dengan mesin pengemas semen berkapasitas 120 ton per jam, sedangkan kapasitas silo dan gudang semen sangat bervariasi tergantung pada proyeksi pasar semen di daerah.



Gambar 4-2 Pola pengiriman semen

4.2.1. Pola Pengiriman Semen PT Semen Indonesia Pabrik Tuban

Pabrik semen milik PT Semen Indonesia yang berlokasi di Tuban, Jawa Timur adalah salah satu pabrik semen dengan kapasitas produksi semen terbesar. Dengan kapasitas produksi mencapai 20 juta ton semen per tahun, pabrik semen Tuban memasok kebutuhan semen di area Jawa, Kalimantan, dan Indonesia timur baik memasok kebutuhan semen primer ataupun sebagai penyanggah. Sebagian besar semen yang dikirim dari pabrik Tuban adalah semen curah yang akan dikemas di packing plant daerah atau dikirim ke pabrik pengemasan di kota Banyuwangi, Jawa Timur untuk diproses menjadi semen sak sebelum dikirim kembali ke daerah yang memerlukan pasokan. Adapula unit penumpukan (gudang) di kecamatan Bayah, Lebak, Banten yang menyimpan semen dalam bentuk sak, gudang ini digunakan sebagai poin distribusi pasokan semen sekunder kepada daerah yang membutuhkan.

Tabel 4-1 Beberapa rute pelayaran dari Tuban, Banyuwangi, dan Bayah

No	Pelabuhan	Asal/Tujuan	Jenis Angkutan
1	Tuban	Asal	
2	Banjarmasin	Tujuan	Curah
3	Banyuwangi	Tujuan	Curah
4	Biringkassi	Tujuan	Curah
5	Teluk bayur	Tujuan	Curah
6	Ambon	Tujuan	Curah
7	Banyuwangi	Asal	
8	Sumbawa	Tujuan	Sak
9	Lombok	Tujuan	Sak
10	Lampung	Tujuan	Sak
11	Bayah	Asal	
12	Batam	Tujuan	Sak
13	Sampit	Tujuan	Sak

Sumber: hasil

survey lapangan

- Skenario rute pelayaran dari Tuban

Jika semen diangkut dari titik Tuban, maka bisa dipastikan bahwa semen yang diangkut ke laut dari titik ini adalah semen curah. Hal ini dikarenakan semen yang diproses menjadi semen sak akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan semen regional, sedangkan semen curah adalah semen yang menjadi porsi pemasok semen ke daerah.

- Skenario rute pelayaran dari Banyuwangi atau Bayah

Jika semen diangkut dari titik ini, maka bias dipastikan juga bahwa semen yang diangkut ke laut adalah semen sak, hal ini dikarenakan unit produksi semen di Banyuwangi adalah pabrik Pengemasan sedangkan Bayah justru tidak memiliki unit produksi semen, melainkan hanya gudang penumpukan semen yang dipasok dari berbagai daerah di sekitarnya

4.2.2. Proses Bongkar muat semen

Proses bongkar muat semen di pelabuhan di bedakan berdasarkan pada jenis semen yang diangkut di karenakan semen curah dan semen sak memerlukan alat bongkar muat yang berbeda akibat karakteristik muatan yang berbeda.

- Bongkar muat semen curah

Pada pelabuhan khusus semen curah, pelabuhan memerlukan bantuan alat pemuat semen ke dalam kapal bernama *bulk loader*. *Bulk loader* adalah alat pemuat muatan curah yang bekerja secara *pneumatic* (memanfaatkan tekanan udara) untuk mengalirkan semen ke dalam kapal. *Bulk loader* memiliki kapasitas muat yang tinggi, mampu mengisi kapal dengan muatan semen dengan kecepatan 300-500 ton per jam. Pada sistem bongkar, kapal curah semen biasa dilengkapi dengan sistem *pneumatic* untuk memompa semen keluar dari dalam kapal menuju ke silo pelabuhan. Kecepatan bongkar kapal curah semen juga tinggi, meskipun tidak setinggi kecepatan muatnya. Kapal curah semen rata-rata membongkar muatan dengan kecepatan 200-300 ton per jam. Karena tingginya kecepatan bongkar muat semen curah, port time dari kapal curah semen biasanya tidak sampai seharin, sehingga kapal dapat beroperasi dengan frekuensi yang lebih tinggi.



Sumber: <https://www.indiamart.com/proddetail/ship-loader-8166384162.html>

Gambar 4-3 *Bulk Loader*

- Bongkar muat semen sak

Semen yang akan diangkut secara sak biasa dimuat dari pelabuhan khusus semen di area pabrik pengemasan semen atau gudang semen. Kapal yang umumnya berhenti di pelabuhan ini adalah kapal *general cargo* atau *self propelled barge*. Proses bongkar semen sak yang dilakukan di area pelabuhan khusus semen dilakukan menggunakan *conveyor belt* dan *bag loader*. *Conveyor belt* berfungsi menggerakkan sak-sak semen dari truk ke atas mesin *bag loader*, sedangkan *bag loader* bekerja dengan cara menjatuhkan sak semen secara beraturan dengan waktu yang telah diatur. Biasanya proses muat semen sak dibantu oleh buruh pelabuhan yang bertugas merapikan sak semen yang telah dijatuhkan mesin *bag loader* agar muatan lebih rapi. *Bag loader* dapat bekerja dengan kapasitas 100-120 ton sak semen per jam. Sedangkan pada proses bongkar, semen diturunkan dari dalam kapal menggunakan *harbor crane* yang biasa digunakan pada kapal *general cargo* yang mengangkut muatan pak. Kecepatan bongkar muat *harbour crane* tergolong rendah, untuk membongkar kapal kargo semen bermuatan 2000 ton diperlukan waktu kurang lebih 2 hari, sekitar 45 ton per jam. Karena lamanya waktu bongkar muat, frekuensi kapal pengangkut semen sak akan beroperasi dengan frekuensi yang lebih kecil. Selain itu faktor cuaca juga mempengaruhi lamanya waktu bongkar muat. Pada saat cuaca buruk kegiatan bongkar muat semen harus dihentikan untuk melindungi semen yang bersidat tidak tahan cuaca.



Sumber: <https://www.indiamart.com/proddetail/ship-loader-8149432273.html>

Gambar 4-4 *Bag loader*

4.2.3. Proses Pengemasan Semen

Semen curah yang diproduksi oleh pabrik harus dikemas terlebih dahulu menjadi semen sak sebelum di distribusikan ke ritel-ritel semen. Semen curah dapat dikemas langsung setelah selesai diproduksi oleh pabrik atau diangkut terlebih dahulu dengan moda transportasi curah seperti kapal, kereta, dan truk semen untuk dikemas di pabrik pengemasan yang berada di daerah tujuan. Pabrik pengemasan semen akan dibangun pada daerah yang memiliki potensi permintaan semen yang tinggi. Biasanya pabrik semen akan dibangun di area yang dekat dengan laut untuk mempermudah proses pengangkutan semen menggunakan kapal curah.



Sumber: <http://www.claudiuspeters.com/en-GB/news/447/silo-order-from-pt-semen-gresik>

Gambar 4-5 Visualisasi Pabrik Pengemasan

Pabrik pengemasan semen memiliki beberapa komponen utama, yang pertama adalah silo semen yang berfungsi menyimpan semen berdasarkan jenisnya. Silo semen rata rata memiliki ukuran 5000-10000 ton semen untuk tiap jenis semen yang dikirim. Pabrik pengemasan semen akan meminta pengisian semen tiap kali stok semen di dalam silo mereka sudah mencapai 10-15% dari kapasitas maksimum. Silo semen terhubung kepada komponen pabrik yang berikutnya yaitu mesin pengemas semen. Mesin pengemas semen terhubung dengan silo melalui pipa mengalirkan semen menggunakan sistem pnumatik. Mesin pengemas semen bekerja dengan cara mengambil kantong semen yang telah disediakan, mengalirkan semen kedalam kantong sampai penuh, kemudian menyegel kantong tersebut. Mesin pengemas juga dilengkapi dengan *dust collector* yang berfungsi mengurangi polusi debu semen. Komponen pabrik yang berikutnya adalah opsional yaitu pelabuhan. Tidak semua pabrik pengemasan memiliki pelabuhan, namun pabrik pengemasan yang memiliki pelabuhan akan dilengkapi *conveyor belt* untuk mengangkut semen sak yang sudah selesai diproduksi ke area pelabuhan. Komponen yang terakhir adalah gudang. Gudang semen berfungsi menyimpan semen sak sebelum diangkut oleh truk atau dibawa ke pelabuhan.

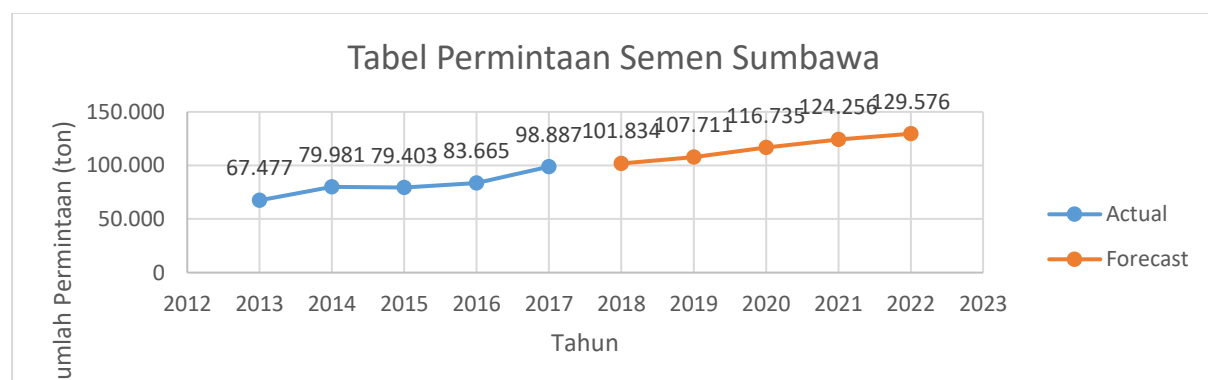
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Setelah analisis biaya angkutan semen dengan kondisi eksisting diketahui, maka berikutnya yang dilakukan adalah analisis perbandingan angkutan semen pada kondisi permintaan semen dengan variasi permintaan semen yang berbeda-beda, mulai dari nilai kecil sampai dengan nilai besar. Pada penelitian ini variasi permintaan semen yang digunakan adalah 50.000 ton, 75.000 ton, 100.000 ton, 125.000 ton, 150.000 ton, 200.000 ton, 250.000 ton, 300.000 ton, 400.000 ton, dan 500.000 ton. Kapal yang digunakan pada analisis ini adalah kapal *general cargo* dan *self propelled barge* untuk angkutan semen sak, sedangkan kapal *cement carrier* akan digunakan sebagai alat angkut kapal semen curah.

Rute pelayaran direncanakan sesuai dengan pembahasan kondisi angkutan saat ini pada bab sebelumnya yaitu rute angkutan semen dengan kelipatan jarak yang mendekati 200 mil laut, sehingga pada penelitian ini rute yang akan digunakan adalah rute Banyuwangi-Sumbawa (200 mil laut), Tuban-Biringkassi (412,64 mil laut), Banyuwangi-Lampung (646,16 mil laut), Tuban-Teluk Bayur (848,13 mil laut) dan Tuban-Ambon (1107,24 mil laut). Ketersediaan pabrik pengemasan juga perbandingan, dimana analisis akan membandingkan biaya pengiriman semen ketika pabrik pengemasan tersedia dan ketika pabrik pengemasan tidak tersedia. Dengan berbagai variasi skenario diatas, maka secara garis besar analisis memiliki lima skenario pengiriman dengan jumlah total 300 kondisi pengiriman.

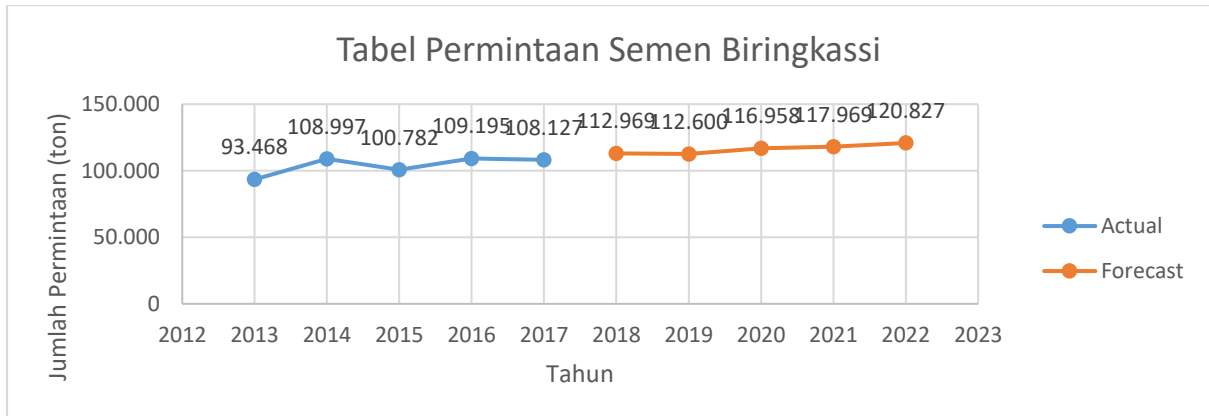
5.1. Analisis Permintaan Semen

Sebelum memodelkan angkutan semen dengan kondisi saat ini, diperlukan peramalan permintaan semen pada tahun 2018. Berikut adalah hasil peramalan data permintaan semen dari tahun 2013 sampai 2017. untuk mengetahui permintaan semen pada tahun 2018 pada daerah yang akan dituju di sub bab berikutnya.



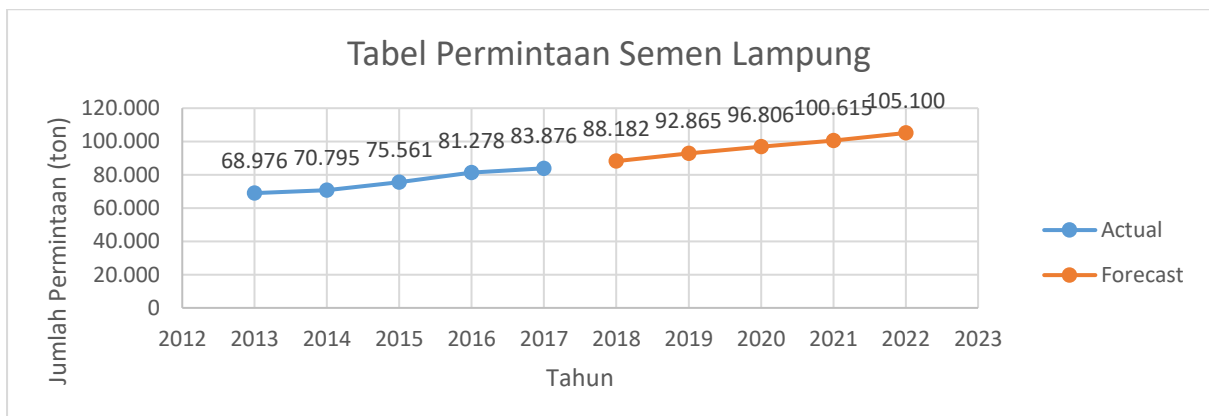
Gambar 5-1 grafik peramalan permintaan semen di Sumbawa

Pada skenario pengiriman Sumbawa, volume permintaan yang digunakan adalah volume permintaan pada tahun 2018.



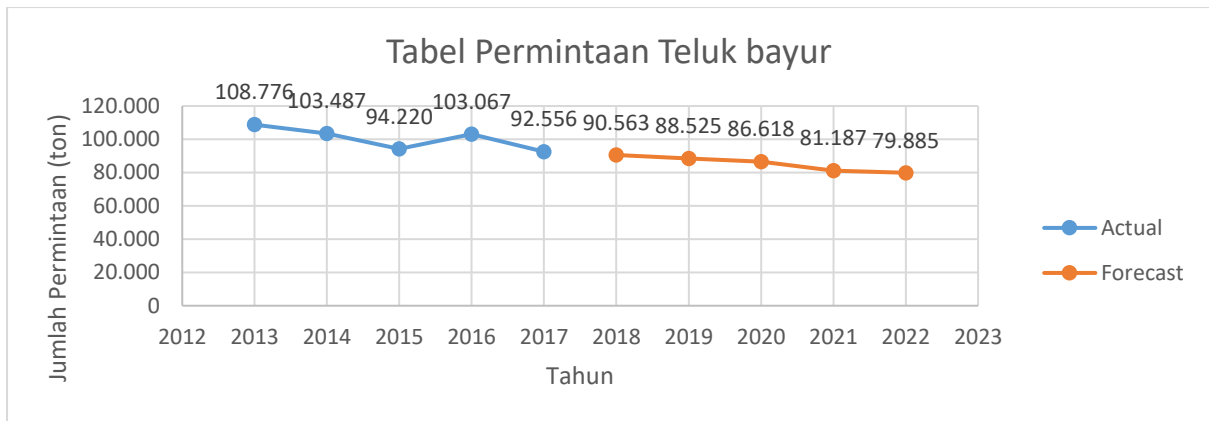
Gambar 5-2 grafik peramalan permintaan semen di Biringkassi

Pada skenario pengiriman Biringkassi, volume permintaan yang digunakan adalah volume permintaan pada tahun 2018.



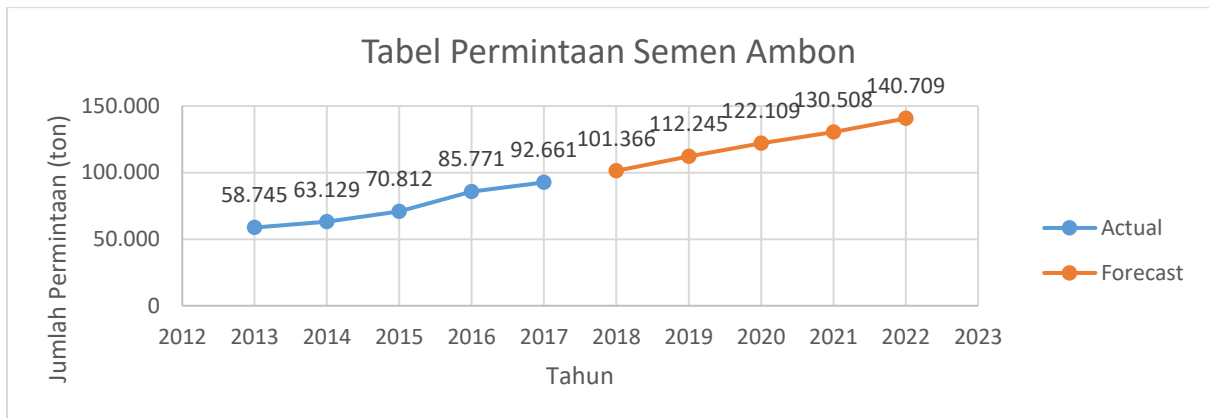
Gambar 5-3 grafik peramalan permintaan semen di Lampung

Pada skenario pengiriman Lampung, volume permintaan yang digunakan adalah volume permintaan pada tahun 2018.



Gambar 5-4 grafik peramalan permintaan semen di Teluk Bayur

Pada skenario pengiriman Teluk Bayur, volume permintaan yang digunakan adalah volume permintaan pada tahun 2018.



Gambar 5-5 Grafik permintaan semen di Ambon

Pada skenario pengiriman Ambon, volume permintaan yang digunakan adalah volume permintaan pada tahun 2018.

5.2. Analisis Biaya Angkutan Semen Dengan Kondisi Saat ini

Untuk memudahkan proses analisis, diperlukan pembuatan model pengangkutan semen milik PT Semen Indonesia. Rute yang dipilih adalah rute yang dianggap memiliki jarak yang mendekati kelipatan 200 mil laut.

5.2.1. Analisis Biaya Angkutan Semen Rute Banyuwangi-Sumbawa (205,18 NM)

Pada kondisi ini, angkutan semen yang diangkut adalah semen sak. Pada kondisi angkutan semen non-curah, perusahaan semen biasanya lebih mengandalkan jasa perusahaan ekspedisi rekanan karena biasanya kapal yang mampu bersandar di pelabuhan daerah adalah kapal *general cargo* berukuran kecil. Kapal yang dioperasikan oleh perusahaan semen mayoritas adalah kapal curah semen berukuran besar sehingga tidak memungkinkan untuk berhenti di pelabuhan daerah. Rute Pelayaran ini memiliki jarak sejauh 205,18 mil laut dan menggunakan kapal bernama KM SHANON yang dioperasikan oleh perusahaan ekspedisi. Pada rute ini permintaan semen dari daerah Sumbawa adalah 101.834 ton selama satu tahun dengan kondisi pelabuhan berkedalaman -9 LWS, lebih rendah dari pelabuhan Banyuwangi yang memiliki kedalaman -12,5 LWS.

Tabel 5-1 Spesifikasi KM Shanon

KM SHANON	
Spesifikasi	
IMO	8 2 1 0 6 8 8
Jenis Kapal	General Cargo
Flag (Registration)	Indonesia
Owner / Manager	PT Bahtera Citra Mandiri
Gross Tonnage	1408
DWT	2827
LPP (m)	64
B (m)	12
H (m)	6,45
T (m)	4,9
Payload	2544,3
Built (year)	1986
Speed (knots)	10

Perhitungan biaya angkutan satu ton unit muatan dilakukan dengan memodelkan pengiriman semen dalam satu tahun pengiriman, lalu kemudian dibagi dengan kapasitas kapal. komponen utama biaya pengiriman terdiri dari *capital cost*, *voyage cost*, dan *cargo handling*

cost. Karena pada kasus kali ini kapal yang digunakan adalah kapal yang disewa dengan ketentuan *time charter* maka pemilik kapal tidak bertanggung jawab atas operating cost dan *capital cost* yang harus dibayar adalah biaya charter kapal. perusahaan ekspedisi tidak membayar biaya pengemasan semen karena biaya tersebut telah ditanggung perusahaan semen. Karena kapal ini adalah *general cargo* yang mengangkut semen, maka muatan dimuat dengan *bag loader* berkecepatan 100 ton per jam dan dibongkar menggunakan *harbor crane* dengan kecepatan 45 ton per jam.

Tabel 5-2 Hasil perhitungan biaya pengiriman semen Banyuwangi-Sumbawa dengan kondisi saat ini

Perhitungan Unit Biaya			
Biaya Kapal	Time Charter Rate	Rp 16.435.260.000	/Tahun
	Voyage Cost	Rp 7.281.131.900	/Tahun
	Cargo Handling Cost	Rp 3.055.014.000	/Tahun
	Total Cost	Rp 26.771.405.900	/Tahun
	Unit biaya	Rp 262.893	/ton
		Rp 13.283	/sak

Dari hasil perhitungan didapat bahwa biaya yang diperlukan untuk mengirim 101.834 ton semen pada jarak 205,18 mil laut pada saat ini adalah 262.289 rupiah per ton atau 13.283 rupiah untuk mengangkut satu karung semen (50kg).

5.2.2. Analisis Biaya Angkutan Semen Tuban-Biringkassi (412,64 NM)

Pada kondisi pelayaran ini, perusahaan semen mengoperasikan langsung kapal curah semen yang digunakan untuk mengangkut semen curah. Kapal yang berlayar di rute ini sama sama melakukan bongkar muat di pelabuhan khusus semen. Semen yang dibongkar di pelabuhan tujuan akan dikemas terlebih dahulu didalam pabrik pengemasan di pelabuhan tujuan sebelum dijual ke ritel ritel semen, karena itu perusahaan semen akan menanggung biasa pengemasan semen. Kota Biringkassi memiliki permintaan semen sebesar 112.969 ton dan memiliki rute pelayaran sejauh 412,64 mil laut. Kapal yang digunakan pada pelayaran ini adalah KM Montok yang dicharter oleh perusahaan semen untuk mengirim semen ke pelabuhan Biringkassi. Pelabuhan Tuban memiliki kedalaman -8,3 LWS sedangkan pelabuhan Biringkassi memiliki kedalaman -10 LWS, sarat maksimum yang dijadikan acuan kapal adalah sarat dari pelabuhan Tuban. Karena sistem yang digunakan pada kondisi ini adalah *time charter*, maka perusahaan semen harus membayar biaya *time charter rate*, *voyage cost*, *cargo handling cost*, dan biaya pengemasan semen. Meskipun bersifat *time charter*, perusahaan semen memiliki control penuh terhadap kapal. Hal ini dikarenakan biasanya perusahaan yang

menyediakan kapal adalah anak perusahaan dari PT Semen Indonesia yang berkecimpung dalam bidang angkutan semen kapal.

Tabel 5-3 Spesifikasi KM Montok

KM Montok	
Spesifikasi	
IMO	9290918
Jenis Kapal	Cement Carrier
Flag (Registration)	Indonesia
Owner / Manager	PT Pelayaran Andalas
Gross Tonnage	7504
DWT	10247
LPP (m)	122
B (m)	20,6
H (m)	13,2
T (m)	6,56
Payload	9222,3
Built (year)	2004
Speed (knots)	12

KM Montok adalah kapal curah berukuran besar dengan kecepatan tinggi, sehingga kapal ini mampu mengangkut muatan dalam jumlah besar, namun karena kinerja mesinnya yang tinggi, biaya bahan bakar yang harus ditanggung oleh perusahaan semen akan lebih tinggi dari kapal dengan kapal berkecepatan rendah. Namun karena muatan yang diangkutnya adalah semen curah, maka kinerja bongkar muat kapal akan lebih tinggi dengan kecepatan muat 300 ton per jam dan kecepatan bongkar 200 ton per jam menggunakan sistem bongkar muat pnumatik.

Tabel 5-4 Hasil perhitungan biaya pengiriman semen Tuban Biringkassi dengan kondisi saat ini

Perhitungan Unit Biaya			
Biaya Kapal	Time Charter Rate	Rp 7.510.230.000	/Tahun
	Voyage Cost	Rp 10.529.638.685	/Tahun
	Cargo Handling Cost	Rp 3.502.026.600	/Tahun
	Total Cost	Rp 21.541.895.285	/Tahun
	Unit biaya	Rp 190.689	/ton
		Rp 9.849	/sak
Biaya pengepakan semen			
Biaya investasi	Rp -		
Biaya operasi	Rp 710.424.282		
Total	Rp 710.424.282		
Demand semen	112.969	ton	

Biaya per ton semen	Rp 6.289	per ton
Biaya total	Rp 196.978	per ton
Biaya total per sak semen	Rp 9.849	per sak

Dari hasil perhitungan didapat bahwa biaya pengiriman sampai sebelum dijual ke ritel semen sak adalah 196.978 rupiah per ton atau 9.849 rupiah per kantong pada kondisi permintaan 112.969 ton semen dan jarak pelayaran 412,64 NM.

5.2.3. Analisis Biaya Angkutan Semen Banyuwangi-Lampung (646,16 NM)

Kondisi pelayaran ini sama dengan rute pelayaran Banyuwangi-Sumbawa. Jenis semen yang diangkut adalah semen sak hasil produksi pabrik pengemasan semen Banyuwangi dan sistem yang digunakan masih tetap *time charter*. Perusahaan hanya membayar *time charter rate*, *voyage cost*, dan *cargo handling cost* tanpa membayar biaya pengemasan semen. Rute Banyuwangi Lampung memiliki jarak sejauh 646,16 mil laut dan permintaan semen pada rute ini adalah 88.128 ton. Permintaan di daerah ini kecil dikarenakan pengiriman semen sak yang ke kota Lampung adalah permintaan semen sekunder yang biasa digunakan perusahaan semen untuk memastikan ketersediaan stok semen. Sebagian besar permintaan semen di daerah ini sudah dipenuhi oleh PT Semen Padang. Kedalaman pelabuhan Banyuwangi adalah -9 LWS dan pelabuhan Lampung adalah -8 LWS. Kapal yang melayani pengiriman semen di rute ini adalah KM S001157.

Tabel 5-5 Spesifikasi KM S00157

KM S00157	
Spesifikasi	
IMO	8 4 2 1 4 7 4
Jenis Kapal	General Cargo
Flag (Registration)	Indonesia
Owner / Manager	PT Jasindo Pacific
Gross Tonnage	3641
DWT	5535
LPP (m)	100
B (m)	15,5
H (m)	8,35
T (m)	6,74
Payload	4981,5
Built (year)	1991
Speed (knots)	10

KM S00157 adalah *general cargo* yang memuat semen sak, maka sama seperti rute Banyuwangi-Sumbawa muatan akan dibongkar dan dimuat dengan kecepatan yang jauh lebih lambat yaitu 100 ton per jam untuk muat dan 45 ton per jam untuk bongkar. Meskipun KM Pelita Andalas adalah kapal berukuran sedang dan memiliki kecepatan 10 knot, namun jarak pelayaran yang tinggi akan membuat biaya pelayaran membengkak.

Tabel 5-6 Hasil perhitungan biaya pengiriman semen Banyuwangi-Lampung dengan kondisi saat ini

Perhitungan Unit Biaya			
Biaya Kapal	Time Charter Rate	Rp 16.859.700.000	/Tahun
	Voyage Cost	Rp 16.895.823.719	/Tahun
	Cargo Handling Cost	Rp 3.174.555.600	/Tahun
	Total Cost	Rp 36.930.079.319	/Tahun
	Unit biaya	Rp 418.793	/ton
		Rp 20.940	/sak

Dari hasil perhitungan didapat bahwa biaya pengiriman sampai sebelum dijual ke ritel semen sak adalah 418.793 rupiah per ton atau 20.940 rupiah per kantong semen pada kondisi permintaan 88.128 ton semen dan jarak pelayaran 646,16 NM.

5.2.4. Analisis Biaya Angkutan Semen Tuban-Teluk Bayur (848,13 NM)

Kondisi pelayaran pada rute ini adalah angkutan semen curah. Pada rute pelayaran ini jarak pelayaran yang ditempuh terbilang cukup jauh yaitu 848,13 mil laut dengan permintaan semen di daerah sebanyak 172.563 ton. Karena jaraknya yang jauh dan angka permintaan yang cukup tinggi mau, tidak mau perusahaan semen harus mengoperasikan kapal dengan ukuran besar atau kapal berkecepatan tinggi untuk memenuhi permintaan semen. Kapal curah semen yang digunakan oleh perusahaan semen pada rute ini adalah KM Celine. Karena kondisi muatan diangkut dalam bentuk curah, maka angkutan ini memiliki kelebihan kecepatan bongkar muat yang tinggi, namun perusahaan semen harus membayar biaya pengemasan semen di pabrik pengemasan di pelabuhan tujuan. Sistem yang digunakan juga masih tetap sama, kapal menggunakan kesepakatan *time charter* sehingga perusahaan semen diharuskan membayar biaya charter kapal, biaya pelayaran, dan biaya penanganan muatan. Kedalaman pelabuhan Tuban masih sama yaitu -8,3 LWS dan -9 LWS untuk pelabuhan Teluk Bayur.

Tabel 5-7 Spesifikasi KM Celine

KM Celine	
Spesifikasi	
IMO	7818755
Jenis Kapal	Cement Carrier

Flag (Registration)	Indonesia
Owner / Manager	PT Pelayaran Andalas
Gross Tonnage	3839
DWT	6373
LPP (m)	100,58
B (m)	16,2
H (m)	8,3
T (m)	7
Payload	5735,7
Built (year)	1979
Speed (knots)	12

Pada rute pelayaran ini biaya *voyage cost* sangat membengkak dikarenakan kapal memiliki kecepatan yang tinggi sehingga kinerja mesin kapal juga tinggi, menyebabkan biaya bahan bakar naik secara drastis. Namun hal ini bukanlah masalah karena kapal yang berlayar pada jarak jauh pasti memerlukan kecepatan yang tinggi untuk memenuhi frekuensi atau menggunakan kapal tambahan apabila perusahaan pelayaran memutuskan menggunakan kapal yang lambat.

Tabel 5-8 Hasil perhitungan biaya pengiriman semen Tuban-Teluk Bayur dengan kondisi saat ini

Perhitungan Unit Biaya			
Biaya Kapal	Time Charter Rate	Rp 10.752.480.000	/Tahun
	Voyage Cost	Rp 16.666.311.329	/Tahun
	Cargo Handling Cost	Rp 3.214.993.600	/Tahun
	Total Cost	Rp 30.633.784.929	/Tahun
	Unit biaya	Rp 338.259	/ton
Biaya pengepakan semen			
Biaya investasi	Rp -		
Biaya operasi	Rp 695.246.992		
Total	Rp 695.246.992		
Demand semen	90.563	ton	
Biaya per ton semen	Rp 7.677	per ton	
Biaya total	Rp 345.936	per ton	
Biaya total per sak semen	Rp 17.297	per sak	

Dari hasil perhitungan didapat bahwa biaya pengiriman sampai sebelum dijual ke ritel semen sak adalah 345.963 rupiah per ton atau 17.297 rupiah per kantong semen pada kondisi permintaan 90.563 ton semen dan jarak pelayaran 848,13 NM.

5.2.5. Analisis Biaya Angkutan Semen Rute Tuban-Ambon (1107,24 NM)

Rute Tuban-Ambon merupakan rute dengan jarak pengiriman yang jauh namun memiliki jumlah permintaan semen yang cukup rendah yaitu 101.366 ton. Hal ini biasa terjadi di daerah timur Indonesia, dimana lokasinya yang jauh dengan pusat industri seperti pulau Jawa dan permintaan barang yang rendah membuat biaya logistik pada daerah tersebut membengkak. Pada kondisi rute pelayaran ini perusahaan semen memilih mengirim semen dengan kapal curah berukuran besar untuk menghindari penugasan kapal kedua. Sama seperti kondisi pengiriman semen curah sebelumnya, kapasitas bongkar muat kapal semen curah tinggi namun perusahaan semen akan menanggung biaya pengemasan semen di pabrik pengemasan pelabuhan tujuan. Sistem yang digunakan juga masih sama yaitu *time charter* dimana perusahaan semen bertanggung jawab atas biaya sewa kapal, biaya pelayaran kapal, dan biaya penanganan muatan kapal dan perusahaan semen masih tetap memiliki control penuh terhadap kapal karena faktor pemilik kapal adalah anak perusahaan dari perusahaan semen. Kondisi pelabuhan tuban memiliki kedalaman -8,3 LWS dan pelabuhan Ambon memiliki kedalaman -9 LWS.

Table 5-9 Spesifikasi KM Perkasa

KM Perkasa	
Spesifikasi	
IMO	8 1 0 9 2 0 4
Jenis Kapal	Cement Carrier
Flag (Registration)	Indonesia
Owner / Manager	PT Pelayaran Andalas
Gross Tonnage	3839
DWT	6020
LPP (m)	105,61
B (m)	17
H (m)	6,9
T (m)	5,714
Payload	5418
Built (year)	1988
Speed (knots)	10

Karena nilai permintaan yang rendah, perusahaan semen memilih menggunakan kapal dengan kecepatan standar 10 knot namun dengan ukuran kapal yang besar. Dengan begini biaya bahan bakar dapat dikurangi namun jarak pelayaran yang jauh tetap membuat biaya pelayaran relatif tinggi. Kecepatan bongkar muat curah yang tinggi juga memungkinkan kapal ini berlayar dengan kecepatan 10 knot meskipun jarak pelayaran sangat jauh.

Tabel 5-10 Hasil perhitungan biaya pengiriman semen Tuban-Ambon dengan kondisi saat ini

Perhitungan Unit Biaya			
Biaya Kapal	Time Charter Rate	Rp 16.726.080.000	/Tahun
	Voyage Cost	Rp 23.230.540.619	/Tahun
	Cargo Handling Cost	Rp 3.598.485.900	/Tahun
	Total Cost	Rp 43.555.106.519	/Tahun
	Unit biaya	Rp 429.682	/ton
Biaya pengepakan semen			
Biaya investasi	Rp -		
Biaya operasi	Rp 702.564.612		
Total	Rp 702.564.612		
Demand semen	101.366	ton	
Biaya per ton semen	Rp 6.931	per ton	
Biaya total	Rp 436.613	per ton	
Biaya total per sak semen	Rp 21.831	per sak	

Dari hasil perhitungan didapat bahwa biaya pengiriman sampai sebelum dijual ke ritel semen sak adalah 429.682 rupiah per ton atau 21.831 rupiah per kantong semen pada kondisi permintaan 101.366 ton semen dan jarak pelayaran 1107,24 NM.

5.3. Model Matematis

Model matematis adalah suatu cara sederhana untuk menerjemahkan suatu masalah ke dalam bahasa matematika dengan menggunakan persamaan, pertidaksamaan atau fungsi. Untuk merencanakan pengiriman muatan, dibutuhkan perencanaan terhadap moda angkutan yang akan dipilih untuk melaksanakan proses tersebut. Pada sistem pengangkutan muatan semen maupun semen curah, dibutuhkan sebuah solusi yang optimal untuk menentukan jenis angkutan yang paling optimum dengan kriteria optimasi yang diharapkan yaitu berdasarkan biaya transportasi laut yang minimum. Dalam kasus masalah distribusi di penelitian ini, fungsi tujuan (*objective function*) dari model matematis adalah meminimalkan biaya pengiriman (*minimum cost*) dalam bentuk pemilihan jenis angkutan dan kapal yang akan mengangkut yang sesuai dengan batasan sarat kapal yang tidak lebih tinggi daripada kedalaman kolam pelabuhan, besar kapal tidak melebihi kapasitas silo yang tersedia, dan permintaan (demand) yang harus terpenuhi.

Berdasarkan model matematis, Z (minimum cost) merupakan penjumlahan dari biaya laut, yang kemudian ditambahkan dengan biaya pengemasan semen. Berikut ini adalah model matematis yang digunakan pada penelitian ini:

$$\text{Min } Z = \sum_{a=1}^{10} (Cc + Oc + Vc + CHc) + (PI.x + POc)$$

$$a = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$$

Batasan:

$$C.F > a$$

$$C < G$$

$$T < T_p$$

$$H > T$$

$$L, B, T, H > L_{\min}, B_{\min}, T_{\min}, H_{\min}$$

$$L, B, T, H < L_{\max}, B_{\max}, T_{\max}, H_{\max}$$

$$V > V_{\min}$$

$$V < V_{\max}$$

Keterangan:

a = Demand (50.000, 75.000, 100.000, 125.000, 150.000, 200.000, 250.000, 300.000, 400.000, 500.000)

Cc = Capital cost

Oc = Operating cost

Vc = Voyage cost

CHc = Cargo Handling cost

PI = Packer Investation

POc = Packer Operation cost

x = ada/tidak ada (1,0)

C = Kapasitas angkut kapal

F = Frekuensi kapal

G = Kapasitas gudang/silo

T = Sarat kapal

T_p = Sarat pelabuhan

L = Panjang kapal

B = Lebar kapal

H = Tinggi kapal

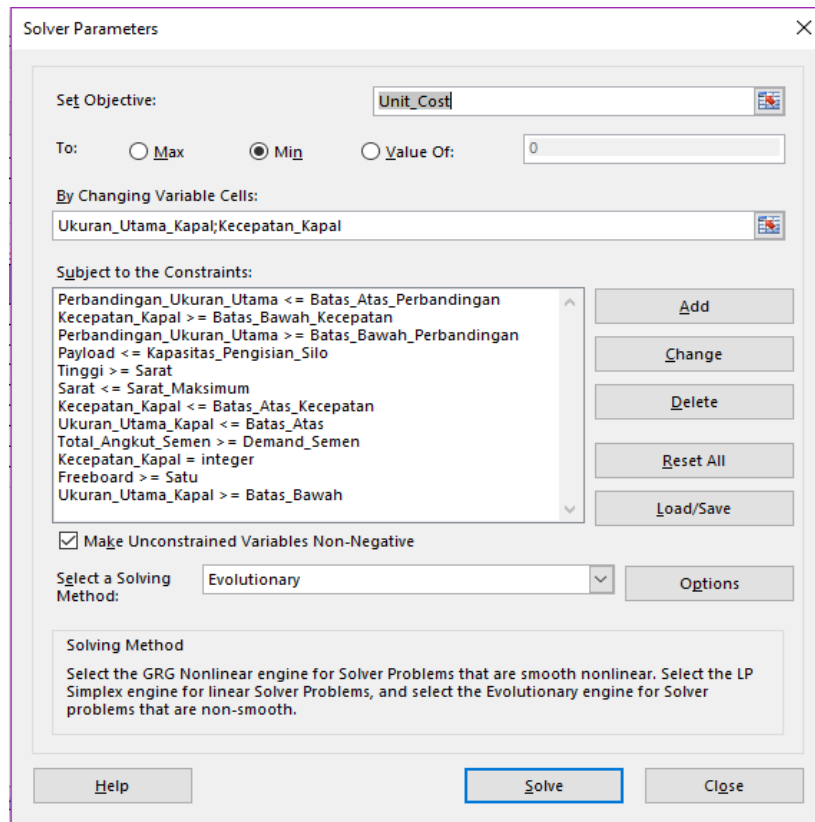
V = Kecepatan kapal

5.4. Model Optimasi Angkutan Semen

Pada penelitian ini alat yang digunakan untuk melakukan optimasi model pengiriman semen di laut adalah fitur *solver* pada software *Microsoft Excel*. *Solver* bekerja dengan cara memaksimalkan/meminimalkan/menyamakan nilai pada suatu rumus perhitungan dengan merubah nilai variabel dari rumus tersebut tanpa melewati batasan-batasan variabel dan rumus yang telah ditentukan. Optimasi ini diperlukan untuk mengetahui potensi biaya terendah dari angkutan semen dalam suatu kondisi pengiriman.

- Nilai yang ingin dimaksimal/minimal/samakan disebut *objective function*. *Objective function* sendiri adalah nilai dari kumpulan rumus dalam *spreadsheet Microsoft Excel*. Pada kasus penelitian ini *objective function* didefinisikan sebagai *unit biaya* dari pengiriman semen. Nilai *unit biaya* didapat dari pembagian antara total biaya pengiriman semen dibagi nilai permintaan semen pada rute tersebut. Nilai ini harus dibuat serendah mungkin untuk mencapai nilai pengiriman yang optimum.
- Nilai yang akan dirubah disebut variabel. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai yang dianggap sangat berperan pada empat komponen biaya utama kapal yaitu ukuran utama kapal dan kecepatan kapal.
- Batasan disebut dengan *Constraint*. Batasan digunakan sebagai acuan oleh *solver* untuk menentukan nilai adalah komponen-komponen yang membantu *solver* mendefinisikan nilai variabel dan kondisi-kondisi nilai yang tidak boleh dilanggar dalam rumus perhitungan. Batasan-batasan yang digunakan adalah: (1) nilai ukuran utama kapal dan kecepatan kapal tidak boleh kurang dari batas bawah dan batas atas yang telah ditentukan; (2) nilai tinggi kapal harus lebih tinggi dari sarat kapal dan nilai sarat kapal harus lebih rendah dari sarat maksimum pelabuhan; (3) perbandingan ukuran utama kapal tidak boleh lebih rendah atau lebih tinggi dari batasan perbandingan ukuran utama; (4) jumlah muatan yang diangkut selama satu tahun pada rute tersebut harus memenuhi nilai permintaan; (5) muatan semen yang diangkut dalam sekali pengiriman

tidak boleh lebih dari nilai pengisian maksimum dari silo semen. Berikut adalah tampilan gambar dari jendela *solver* pada *software Microsoft Excel*.



Gambar 5-6 Tampilan *solver* dari *Microsoft Excel*

- Metode *solver* yang digunakan adalah *evolutionary*, yaitu metode dimana *solver* akan terus berusaha mencari nilai terkecil dari *objective function* sampai batasan waktu yang dimiliki *solver* untuk menghitung habis.
- Selain batasan yang ditulis pada *solver*, beberapa batasan lain yang tidak tercantum pada *solver* juga digunakan untuk mengontrol nilai-nilai tertentu. Batasan tersebut adalah: (1) biaya *penalty* terhadap nilai total angkutan kapal sebesar 10 juta rupiah per ton. Biaya ini digunakan untuk mengontrol ukuran kapal agar tidak terlampaui besar; (2) biaya *penalty* akibat tidak beroperasinya kapal sebesar 5.000 dollar per hari. Digunakan untuk mengontrol jumlah dan frekuensi kapal agar *solver* tidak membuat kapal terlalu banyak.

Setelah *solver* dijalankan pada seluruh skenario, maka akan didapat biaya dari kondisi pelayaran yang akan digunakan sebagai bahasan pada analisis ini. Analisis akan dilakukan dari kondisi rute pelayaran terpendek sampai dengan rute terjauh. Berikut adalah contoh dari hasil optimasi ukuran dan kecepatan kapal menggunakan *tools solver*:

Tabel 5-11 contoh spesifikasi kapal hasil optimasi

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	70,822	67,476	72,368	m
B	17,600	13,386	21,000	m
H	6,612	6,761	6,856	m
T	5,586	5,659	5,838	m
Kecepatan	8	8	8	knot
L/B	4,024	5,041	3,446	m
B/T	3,151	2,366	3,597	m
L/T	12,679	11,925	12,396	m
B/H	2,662	1,980	3,063	m
Freeboard	1,026	1,102	1,017	m
GT	2852,54	2060,74	3629,78	ton
DWT	4873,55	3569,78	6238,15	ton
Payload	4386,00	3212,00	5614,00	ton
Frekuensi	19	26	18	kali
Max Frekuensi	114	156	90	kali
Jumlah Kapal	6	6	5	kapal
Total Angkut	500004	501072	505260	ton

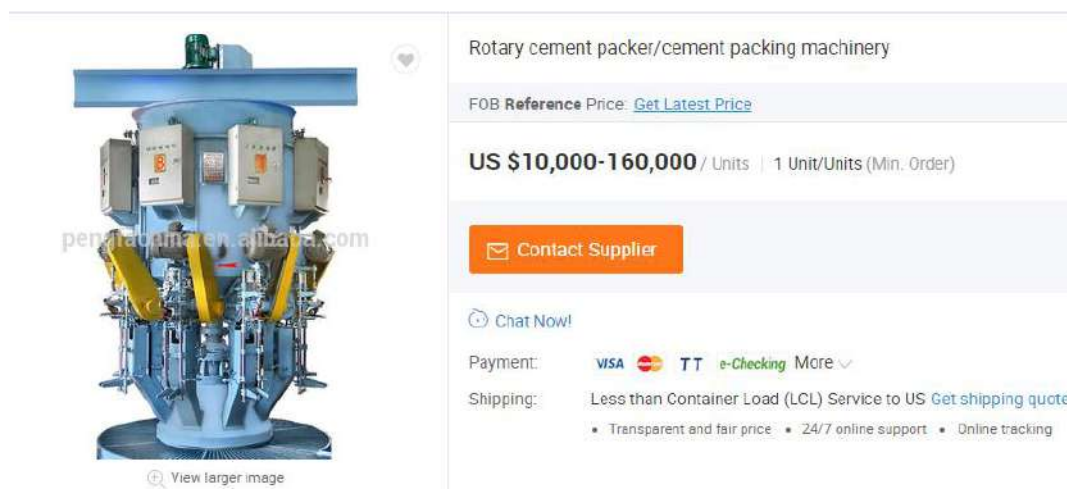
Cost			
Jenis Kapal	GC	CC	SPB
Total Cost	Rp 209.107.634.790	Rp 181.082.089.721	Rp 202.317.038.663
Unit Cost	Rp 418.215	Rp 362.164	Rp 404.634
Per Sak Semen	Rp 20.911	Rp 18.108	Rp 20.232
Unit Cost Terendah	362.164		
Biaya termurah	18.108		
Angkutan terpilih	Semen Curah		

Tabel 5-12 Unit biaya dari masing-masing kapal

Tabel 5-1 berisi informasi ukuran utama kapal, perbandingan ukuran utama, kapasitas, frekuensi, jumlah kapal, dan total angkut. Tabel 5-2 berisi potensi total biaya dan unit biaya terendah dari masing masing kapal. kedua tabel tersebut merupakan contoh dari model pengiriman semen pada rute Tuban-Ambon yang berjarak kurang lebih 1000 mil laut, pada volume permintaan 500.000 ton, opsi kapal *general cargo*, *cement carrier*, *self propelled barge*, dan kondisi tanpa pabrik pengemasan semen.

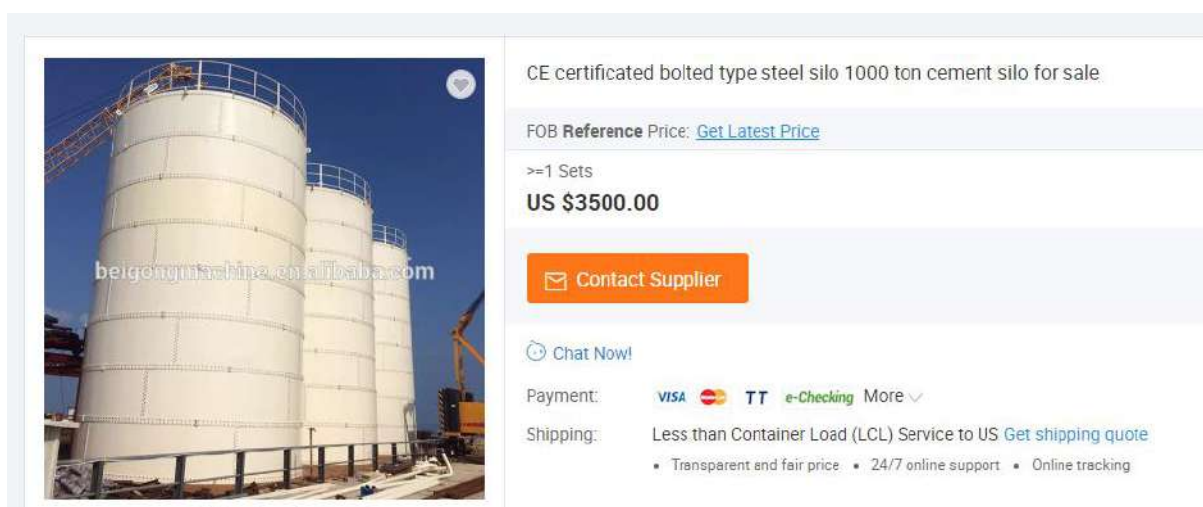
5.5. Analisis Investasi Pabrik Pengemasan

Sebelum semen dijual ke ritel-ritel penjualan semen, semen harus diproses menjadi bentuk kemasan terlebih dahulu untuk mengetahui seberapa besar biayanya maka dilakukan analisis biaya investasi dan operasi dari pabrik pengemasan. Analisis hanya mencakup biaya mesin mengemas dan biaya operasinya, tidak mencakup biaya pembelian tanah, pendirian bangunan, dan berbagai macam perizinan. Model mesin pengemasan yang dipilih adalah model mesin yang umum digunakan oleh PT. Semen Indonesia yaitu *rotary packing machine* dengan kapasitas pengemasan 120 ton/jam dan silo semen dengan total kapasitas 10.000 ton semen curah.



Sumber: Alibaba.com

Gambar 5-7 harga mesin pengemas semen



Sumber: Alibaba.com

Gambar 5-8 harga 1 unit silo semen kapasitas 1000 ton

Untuk membangun satu pabrik pengemasan dibutuhkan satu mesin pengemasan semen (dengan asumsi harga \$160.000) dan 10 silo pengemasan semen. Maka didapat bahwa harga yang diperlukan untuk investasi pabrik pengemasan adalah kurang lebih 2.8 milyar rupiah. Lalu untuk menentukan besarnya biaya operasi, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5-13 komponen biaya operasi

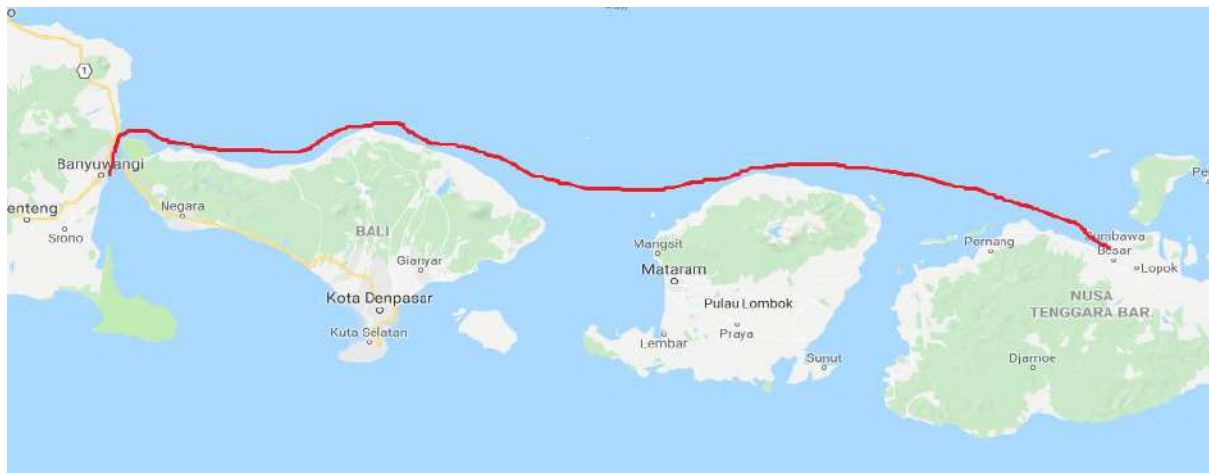
Jenis Biaya		Uraian				Harga Satuan		Total	
1. Biaya Listrik									
Konsumsi Listrik	55,4	kw/h	2157	jam	Rp	1.467	/kwh	Rp	175.365.521 /Tahun
2. Biaya Pemeliharaan									
Oli	5	liter/bulan	12	kali	Rp	125.000		Rp	7.500.000 /Tahun
Cat mesin	1	liter/bulan	12	kali	Rp	100.000		Rp	1.200.000 /Tahun
Suku cadang	1	unit	12	kali	Rp	500.000		Rp	6.000.000 /Tahun
3. Biaya SDM Operasi									
Supervisor	1	orang	12	kali	Rp	8.000.000	/bulan	Rp	96.000.000 /Tahun
Operator	2	orang	12	kali	Rp	3.500.000	/bulan	Rp	84.000.000 /Tahun
Mekanik	2	orang	12	kali	Rp	5.000.000	/bulan	Rp	120.000.000 /Tahun
Keamanan	2	orang	12	kali	Rp	2.000.000	/bulan	Rp	48.000.000 /Tahun
Buruh	12	orang	12	kali	Rp	1.800.000	/bulan	Rp	259.200.000 /Tahun
TOTAL								Rp	797.265.521 /Tahun

Dari tabel diatas dapat dilihat komponen biaya operasi dalam pabrik pengemasan semen. Tabel diatas adalah contoh biaya operasi menggunakan volume permintaan 250.000 ton.

5.6. Skenario Angkutan semen

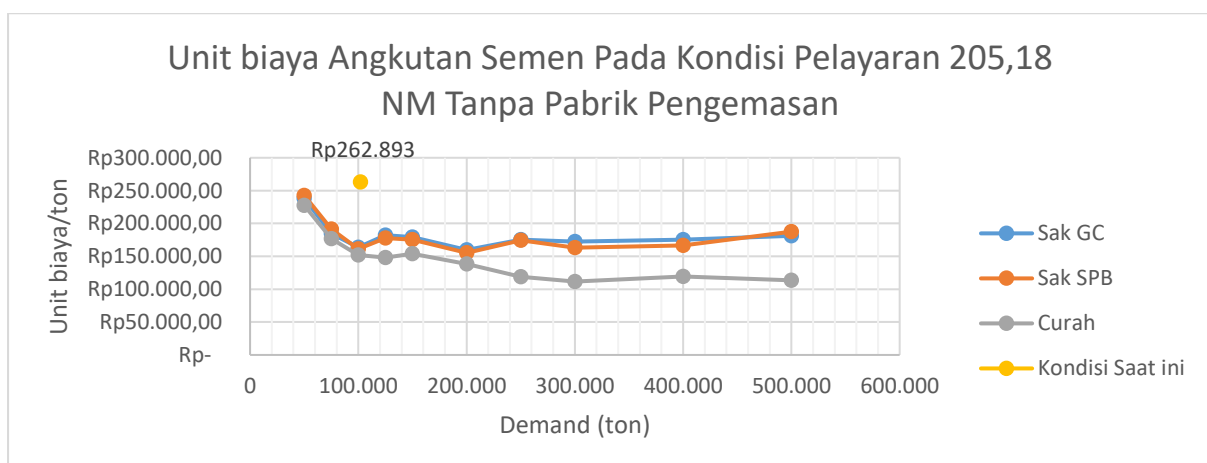
Untuk melihat hubungan antara permintaan dan jarak pelayaran terhadap besarnya biaya pelayaran, maka dilakukan analisis biaya pengiriman semen menggunakan model optimasi untuk mengetahui potensi biaya terendah dari pengiriman semen. Analisis dilakukan sesuai dengan skenario angkutan semen yang telah direncanakan.

5.6.1. Analisis Rute ± 200 mil laut (Banyuwangi-Sumbawa)

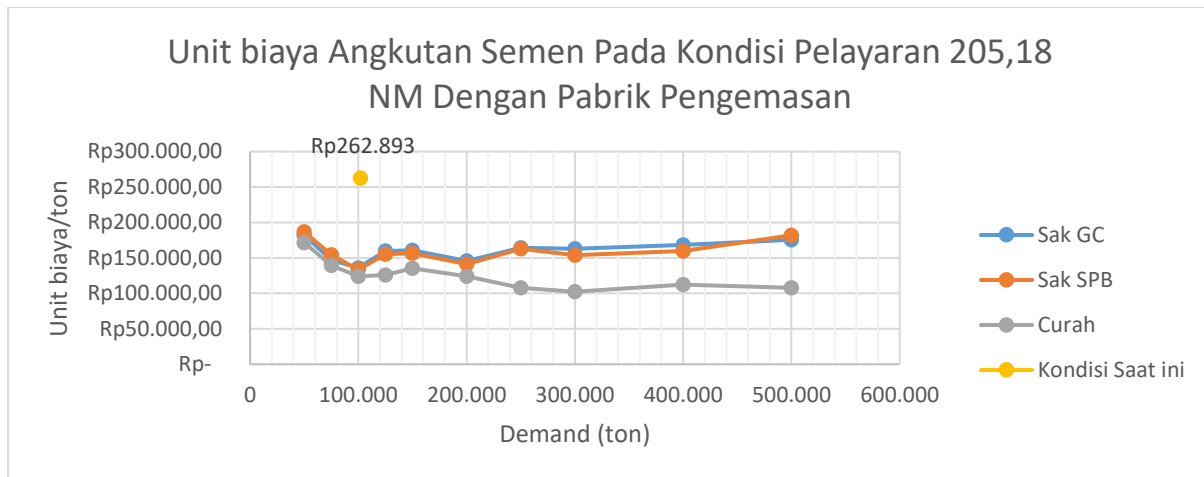


Gambar 5-9 Rute pelayaran Banyuwangi-Sumbawa

Rute pelayaran ini adalah rute yang terpendek, jaraknya yang pendek akan mempermudah *solver* mengatur kecepatan kapal dalam nilai rendah untuk menekan biaya bahan bakar mesin kapal. Pada rute pelayaran yang pendek pula kecepatan bongkar muat yang rendah akan selalu menjadi masalah karena kecepatan bongkar muat yang tinggi akan membantu kapal memiliki frekuensi pelayaran yang tinggi, sehingga kapal berukuran kecil dapat dengan mudah memenuhi volume permintaan.

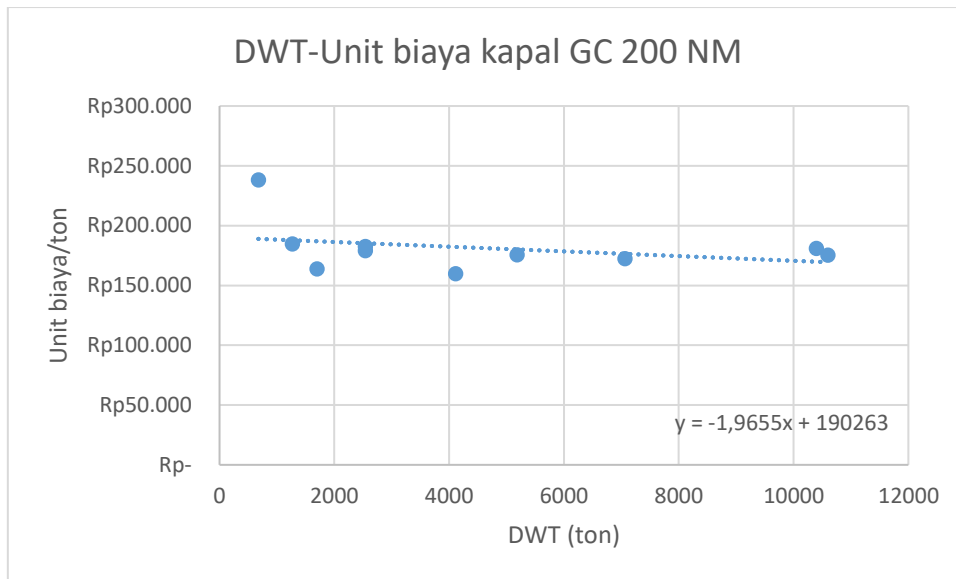


Gambar 5-10 Grafik rangkuman biaya angkutan semen tanpa pabrik pengemasan pada jarak ± 200 NM



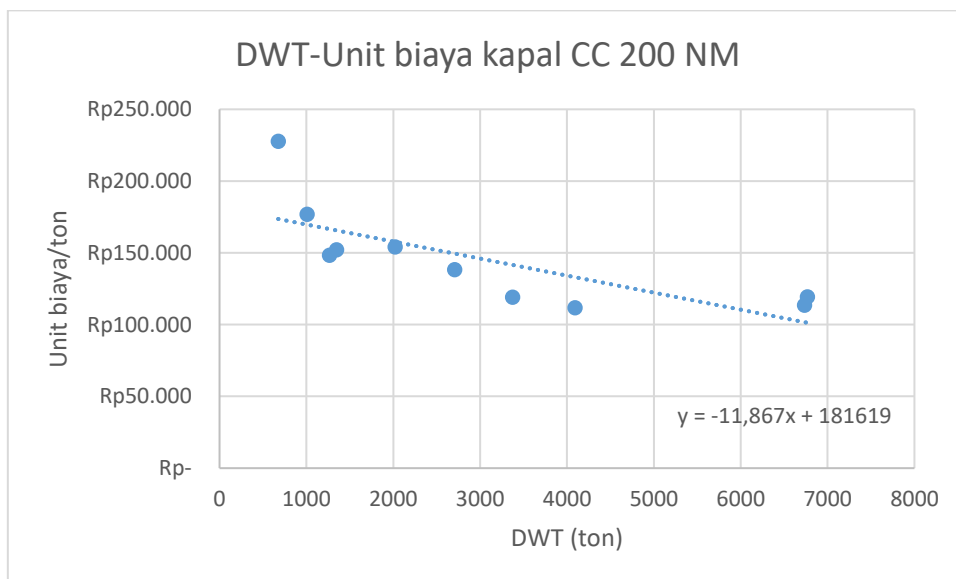
Gambar 5-11 Grafik rangkuman biaya angkutan semen dengan pabrik pengemasan pada jarak ± 200 NM

Pada kondisi angkutan semen pada jarak kurang lebih 200 mil laut, didapatkan bahwa pada kondisi permintaan rendah biaya angkutan semen akan menjadi tinggi. Pada kondisi ini skala ekonomis semen sak terjadi pada volume nilai permintaan 100.000 ton pada semen sak SBP, namun pada kondisi angkutan 125.000 ton terjadi kenaikan biaya angkutan yang signifikan, kemudian biaya kembali menurun pada volume 200.000 ton dan kembali naik walau dalam jumlah yang tidak terlalu tinggi pada volume 500.000 ton. Pada angkutan semen curah, skala ekonomis terjadi pada volume permintaan 300.000 ton, namun biaya angkutan semen curah tinggi pada volume permintaan rendah, namun masih lebih murah dibandingkan semen sak.. Keberadaan pabrik pengemasan hanya terasa beban biayanya pada volume permintaan rendah 50.000-200.000 ton, pada volume permintaan tinggi beban biaya pabrik pengemasan tidak begitu mempengaruhi biaya angkutan semen. Dibandingkan dengan kondisi eksisting saat ini, rupanya kapal dan jenis angkutan yang digunakan perusahaan semen sangat jauh dari nilai optimal.



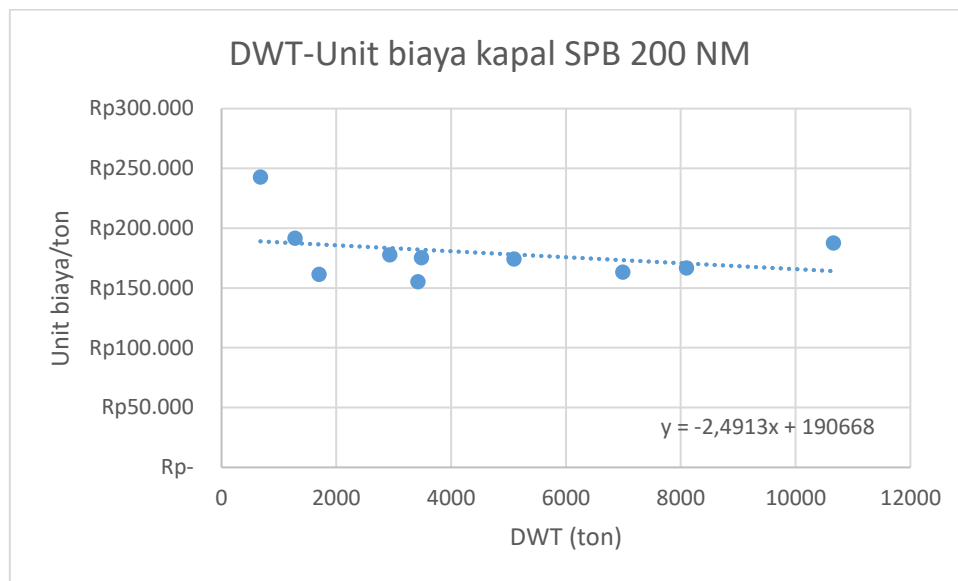
Gambar 5-12 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal GC jarak 200 NM

Pada skenario jarak 200NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal GC yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya meskipun tren penurunan unit biaya pada skenario ini tergolong tidak begitu signifikan.



Gambar 5-13 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal CC jarak 200 NM

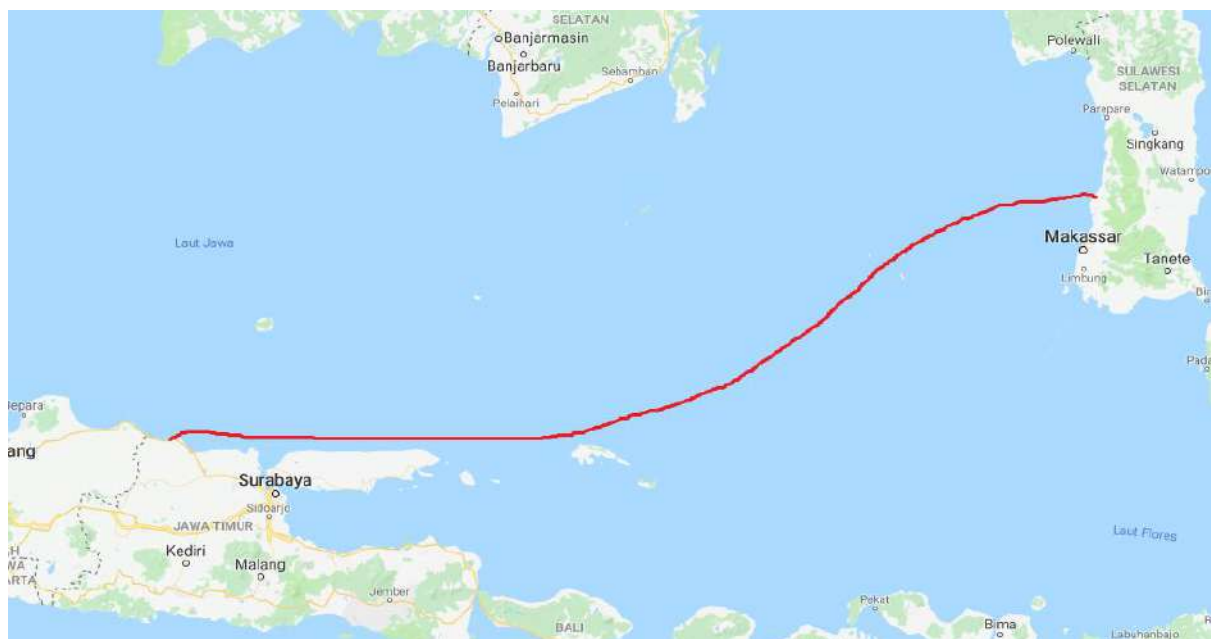
Pada skenario jarak 200NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal CC yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya dengan tren penurunan yang cukup tinggi. ini menunjukkan bahwa pembangunan kapal CC yang besar untuk melayani pelayaran dengan volume permintaan yang besar akan sangat menguntungkan bagi kapal curah semen.



Gambar 5-14 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal SPB jarak 200 NM

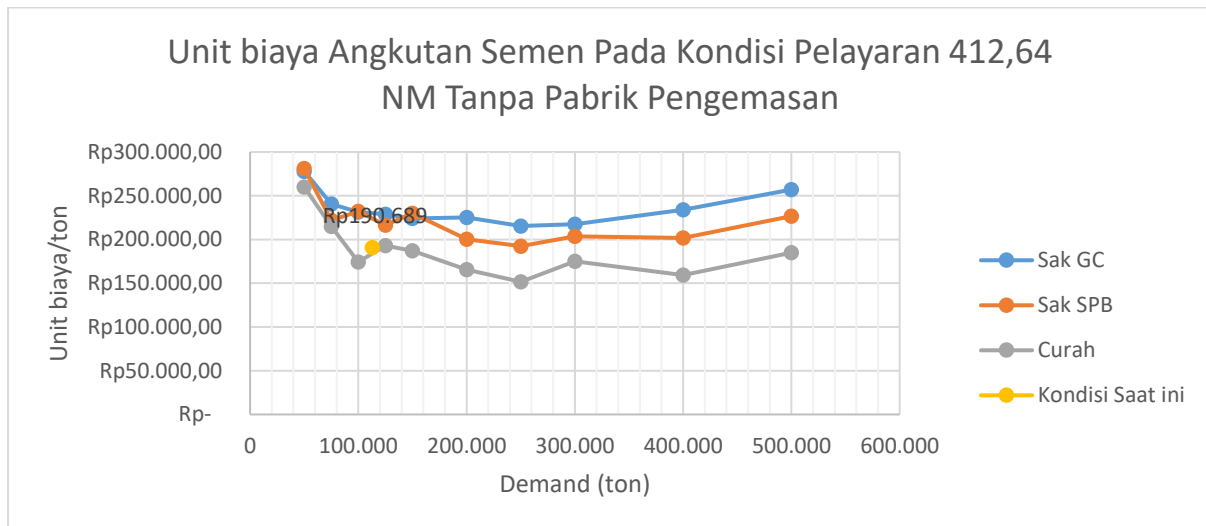
Pada skenario jarak 200NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal SPB yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya meskipun tren penurunan unit biaya pada skenario ini tergolong tidak begitu signifikan. Namun meski begitu tren penurunan biaya pada kapal SPB masih lebih tinggi dibandingkan GC, sehingga kapal SPB merupakan pilihan yang lebih ekonomis dalam pembangunan kapal besar dibandingkan GC.

5.6.2. Analisis Rute ±400 mil laut (Tuban-Biringkassi)

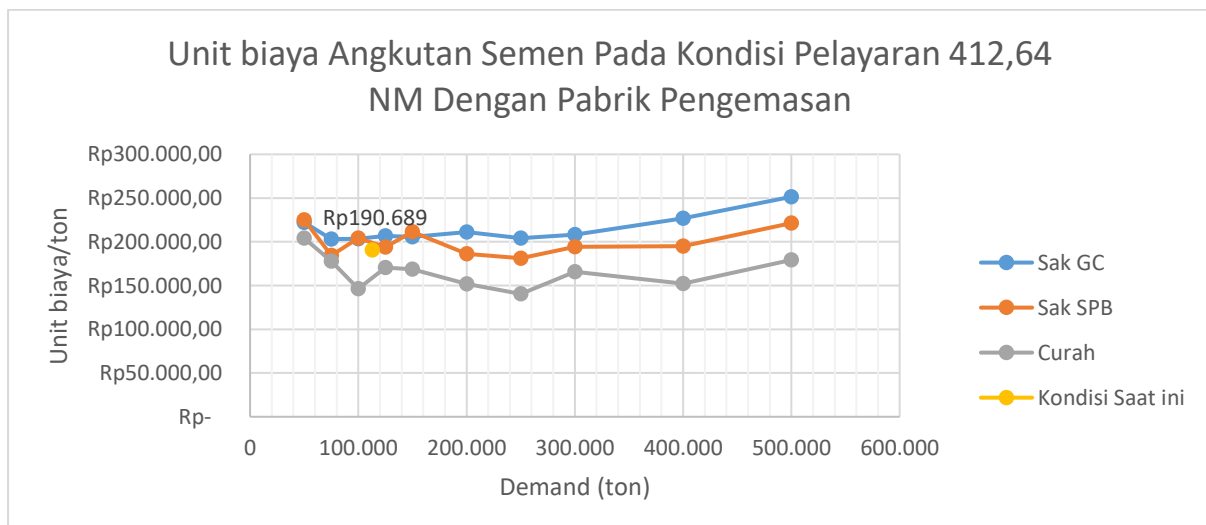


Gambar 5-10 Rute pelayaran Tuban-Biringkassi

Pada rute pelayaran dengan jarak menengah bawah ini jarak akan mulai menjadi faktor utama yang bermain pada jenis angkutan. Angkutan semen sak akan menjadi inferior dibandingkan semen sak dikarenakan kecepatan bongkar muat semen sak yang jauh lebih tinggi akan menguntungkan kapal curah yang secara sistem memiliki frekuensi pelayaran yang tinggi.



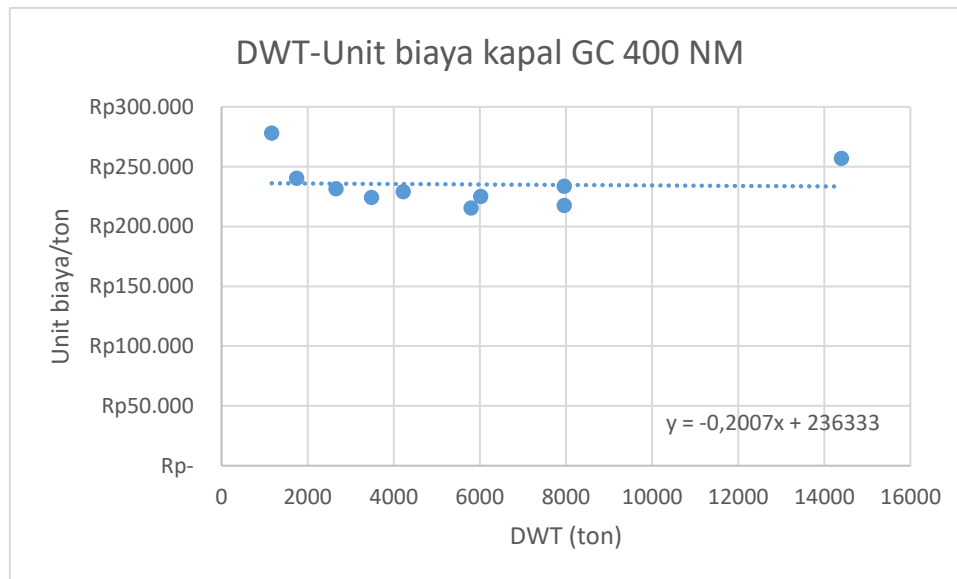
Gambar 5-15 Grafik rangkuman biaya angkutan semen tanpa pabrik pengemasan pada jarak ± 400 NM



Gambar 5-16 Grafik rangkuman biaya angkutan dengan pabrik pengemasan pada jarak ± 400 NM

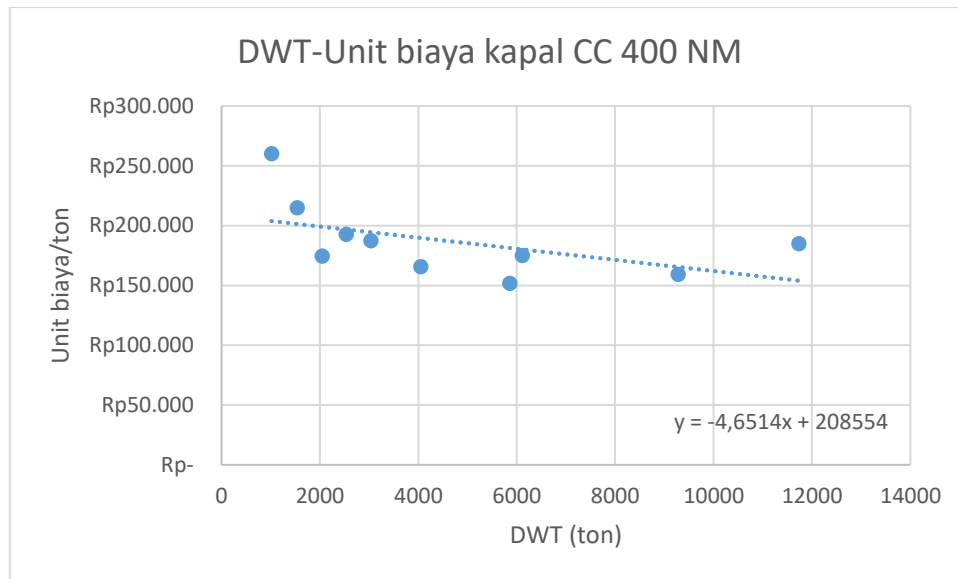
Pada kondisi angkutan semen pada jarak kurang lebih 400 mil laut, didapatkan bahwa pada kondisi permintaan rendah biaya angkutan semen akan menjadi tinggi. Pada kondisi ini skala ekonomis semen sak terjadi pada volume nilai permintaan 250.000 ton pada angkutan semen sak SPB, dan tidak kembali menurun pada volume 500.000 ton. Pada angkutan semen curah, skala ekonomis terjadi pada volume permintaan 250.000 ton, namun biaya angkutan

semen curah tinggi pada volume permintaan rendah, namun masih jauh lebih murah dibandingkan semen sak.. Keberadaan pabrik pengemasan hanya terasa beban biayanya pada volume permintaan rendah 50.000-200.000 ton, pada volume permintaan tinggi beban biaya pabrik pengemasan tidak begitu mempengaruhi biaya angkutan semen. Dibandingkan dengan kondisi eksisting saat ini, rupanya kapal dan jenis angkutan yang digunakan perusahaan semen sudah mendekati nilai yang optimal. Berikut adalah tabel hasil biaya detail dari optimasi pengiriman semen.



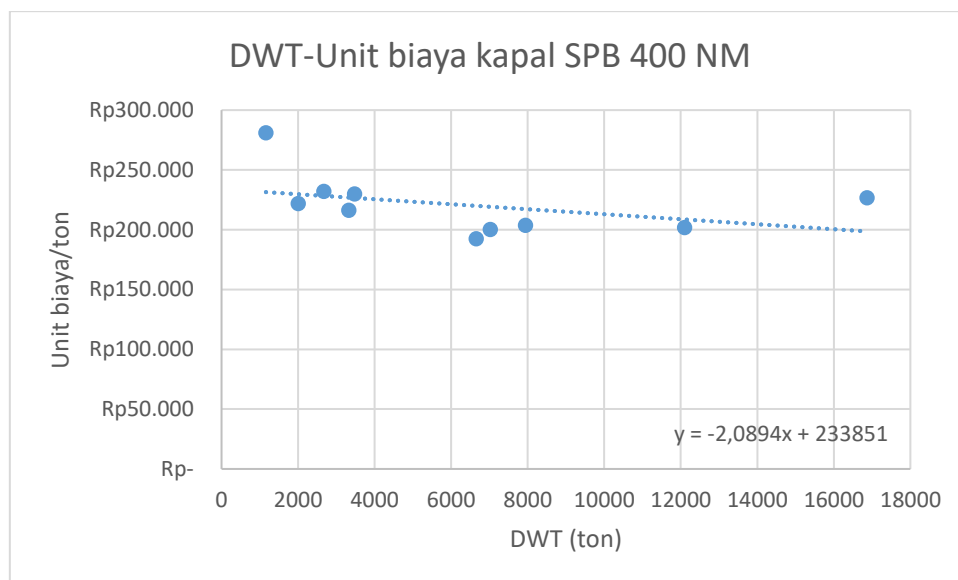
Gambar 5-17 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal GC jarak 400 NM

Pada skenario jarak 400NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal GC yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya meskipun tren penurunan unit biaya pada skenario ini tergolong tidak begitu signifikan bahkan dapat dibilang stagnan karena tren penurunannya sangat kecil.



Gambar 5-18 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal CC jarak 400 NM

Pada skenario jarak 400NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal CC yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya dengan tren penurunan yang cukup tinggi. ini menunjukkan bahwa pembangunan kapal CC yang besar untuk melayani pelayaran dengan volume permintaan yang besar akan sangat menguntungkan bagi kapal curah semen.



Gambar 5-19 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal SPB jarak 400 NM

Pada skenario jarak 400NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal SPB yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya dengan tren penurunan unit biaya pada skenario ini tergolong signifikan dibandingkan skenario rute sebelumnya. Tren penurunan

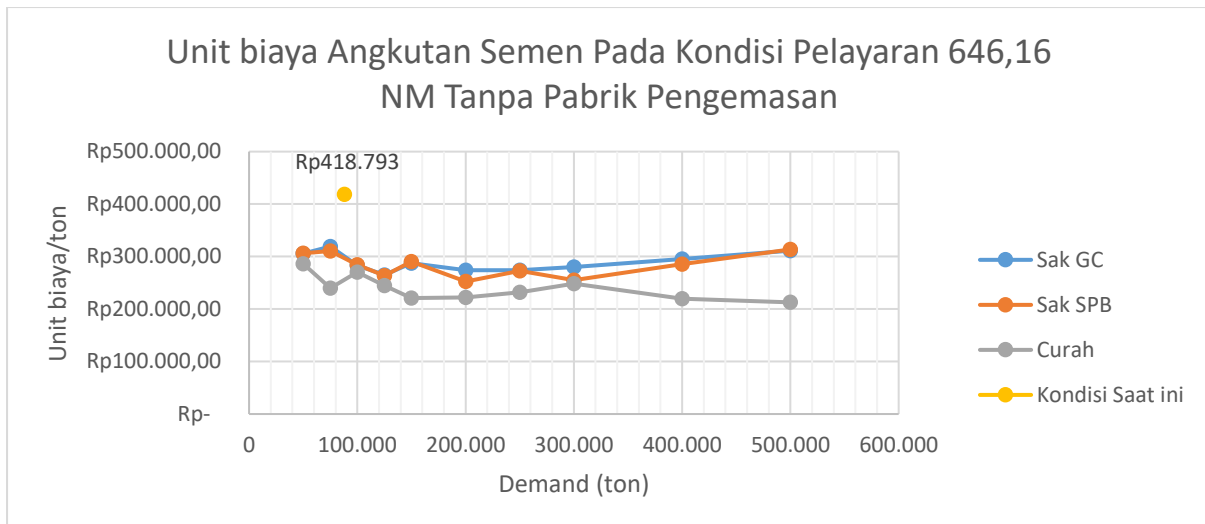
biaya pada kapal SPB jauh lebih tinggi dibandingkan GC, sehingga kapal SPB merupakan pilihan yang lebih ekonomis dalam pembangunan kapal besar dibandingkan GC.

5.6.3. Analisis Rute ± 600 mil laut (Banyuwangi-Lampung)

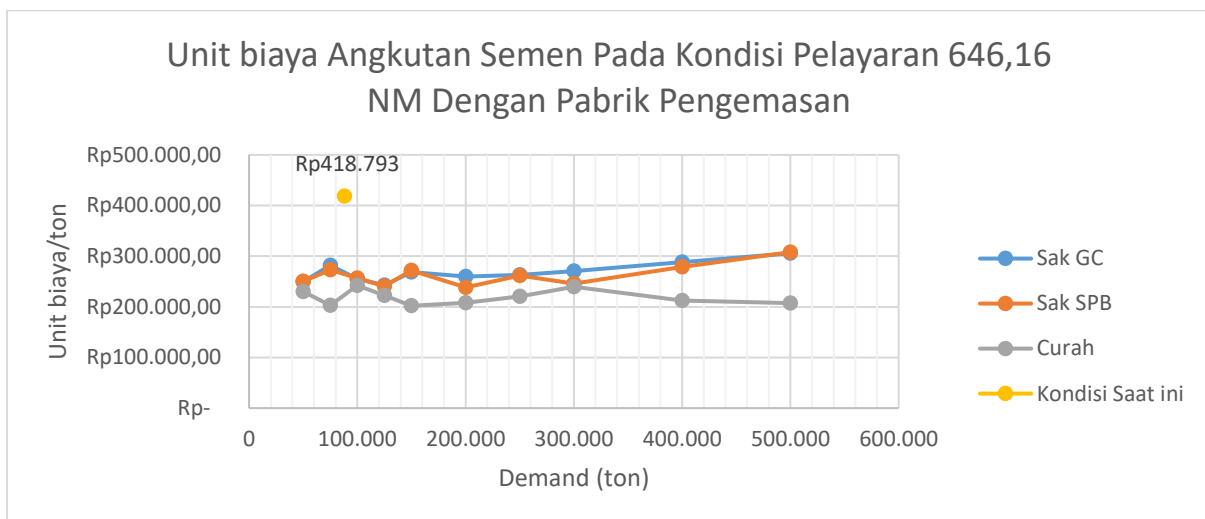


Gambar 5-20 Rute pelayaran Banyuwangi-Lampung

Rute pelayaran 600 mil laut tergolong rute pelayaran menengah jauh. Jarak yang jauh akan sangat berpengaruh pada frekuensi kapal pada rute ini. Walaupun pada kondisi ini sangat bias dipastikan angkutan semen curah akan menjadi jauh lebih inferior lagi dibanding semen curah, namun perbandingan biaya antara angkutan menggunakan kapal GC dan SPB masih dapat dijadikan acuan pengiriman pengiriman semen apabila pada rute dengan jarak yang kurang lebih sama tidak memungkinkan pengangkutan menggunakan semen curah. Semen sak tidak mampu bersaing di rute ini walau pada kondisi volume pengiriman rendah dikarenakan waktu bongkar muat yang lama akan menyebabkan rendahnya frekuensi, sehingga menyebabkan resiko permintaan tidak terpenuhi. Ini akan memaksa *solver* untuk membangun kapal yang lebih besar atau lebih cepat untuk mengimbangi jarak pengiriman yang jauh.



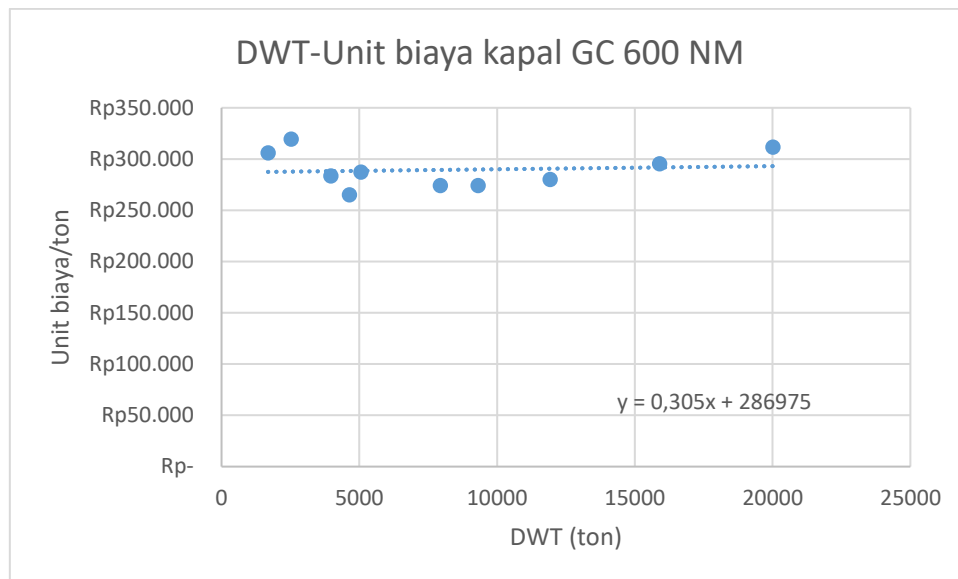
Gambar 5-21 Grafik rangkuman biaya angkutan tanpa pabrik pengemasan pada jarak ± 600 NM



Gambar 5-22 Grafik rangkuman biaya angkutan dengan pabrik pengemasan pada jarak ± 600 NM

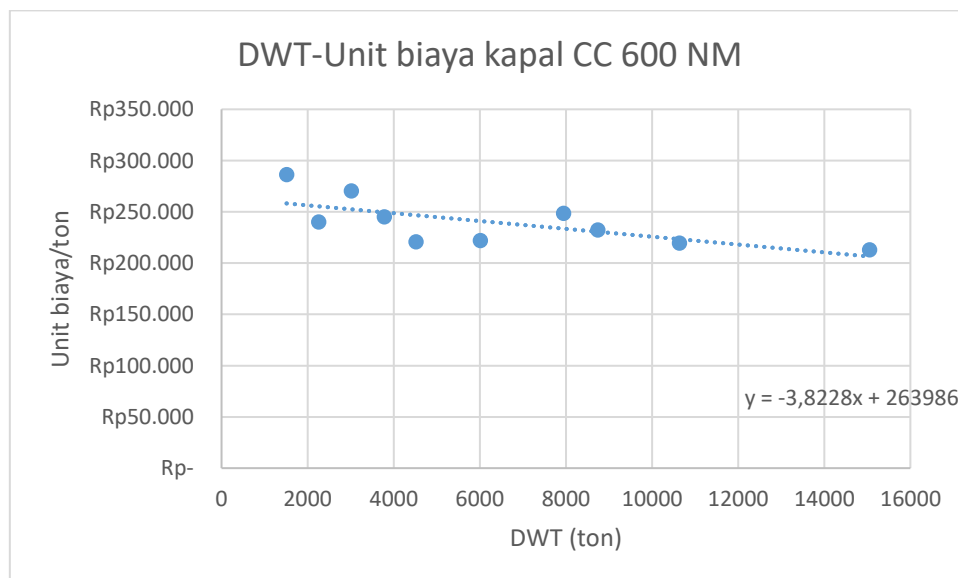
Pada kondisi angkutan semen pada jarak kurang lebih 600 mil laut, didapatkan bahwa pada kondisi permintaan rendah biaya angkutan semen akan menjadi tinggi. Pada kondisi ini skala ekonomis semen sak terjadi pada volume nilai permintaan 125.000 ton pada semen sak SBP, namun pada kondisi angkutan 500.000 ton terjadi kenaikan biaya angkutan yang signifikan. Pada angkutan semen curah, skala ekonomis terjadi pada volume permintaan 150.000 ton, namun biaya angkutan semen curah tinggi pada volume permintaan rendah, namun masih jauh lebih murah dibandingkan semen sak.. Keberadaan pabrik pengemasan hanya terasa beban biayanya pada volume permintaan rendah 50.000-200.000 ton, pada volume permintaan tinggi beban biaya pabrik pengemasan tidak begitu mempengaruhi biaya angkutan semen. Dibandingkan dengan kondisi eksisting saat ini, rupanya kapal dan jenis

angkutan yang digunakan perusahaan semen sangat jauh dari nilai optimal. Berikut adalah tabel hasil biaya detail dari optimasi pengiriman semen.



Gambar 5-23 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal GC jarak 600 NM

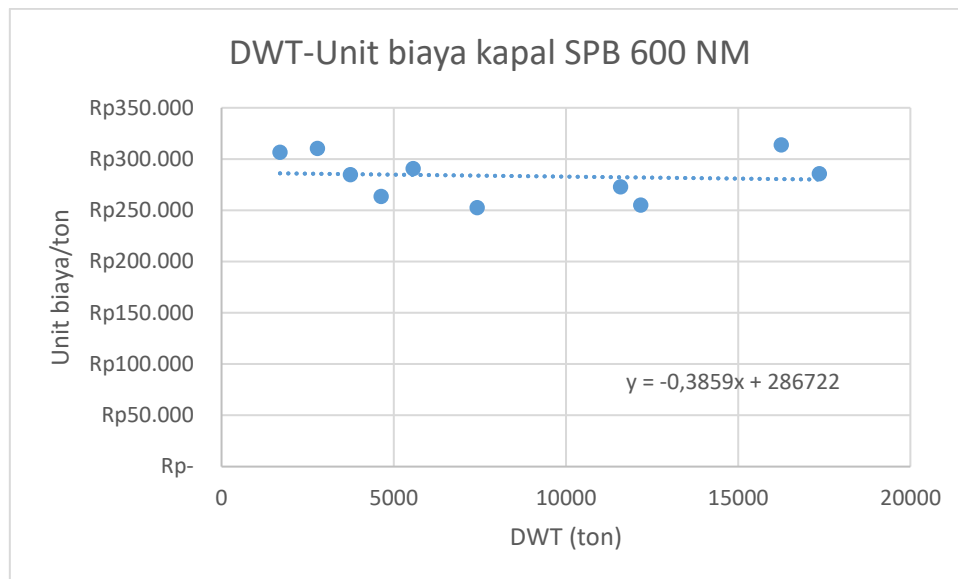
Pada skenario jarak 600NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal GC yang makin besar akan memiliki kecenderungan menaikkan unit biaya meskipun tren penurunan unit biaya pada skenario ini tergolong tidak begitu signifikan bahkan dapat dibilang stagnan karena tren kenaikannya sangat kecil.



Gambar 5-24 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal CC jarak 600 NM

Pada skenario jarak 600NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal CC yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya dengan tren penurunan yang cukup

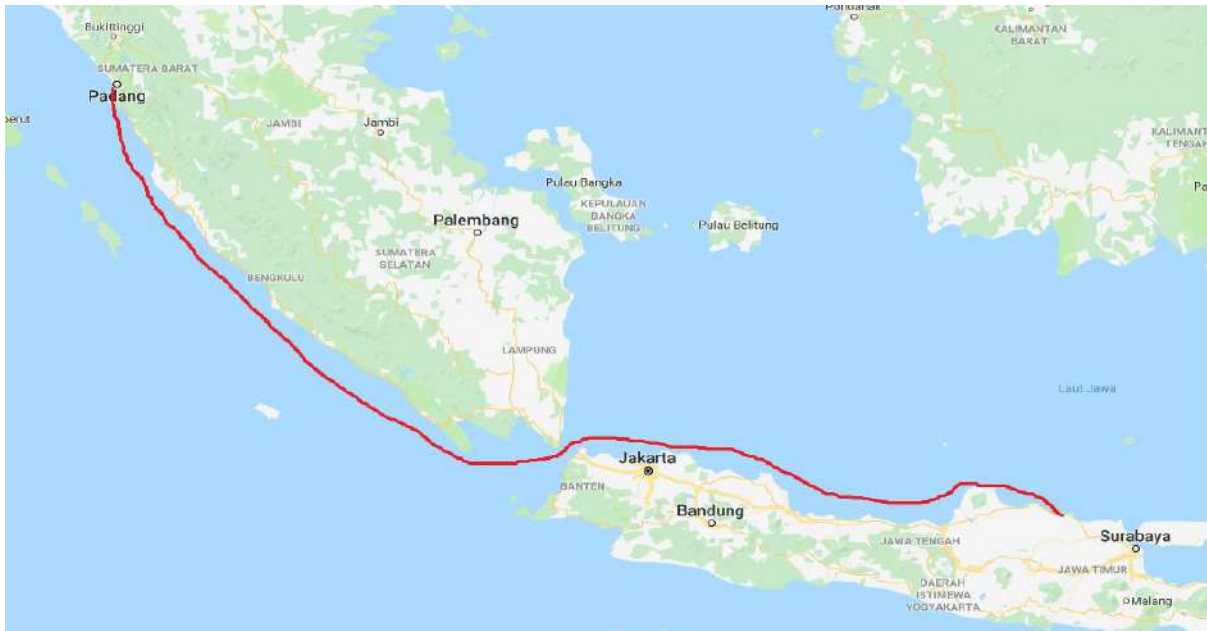
tinggi. ini menunjukkan bahwa pembangunan kapal CC yang besar untuk melayani pelayaran dengan volume permintaan yang besar akan sangat menguntungkan bagi kapal curah semen.



Gambar 5-25 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal SPB jarak 600 NM

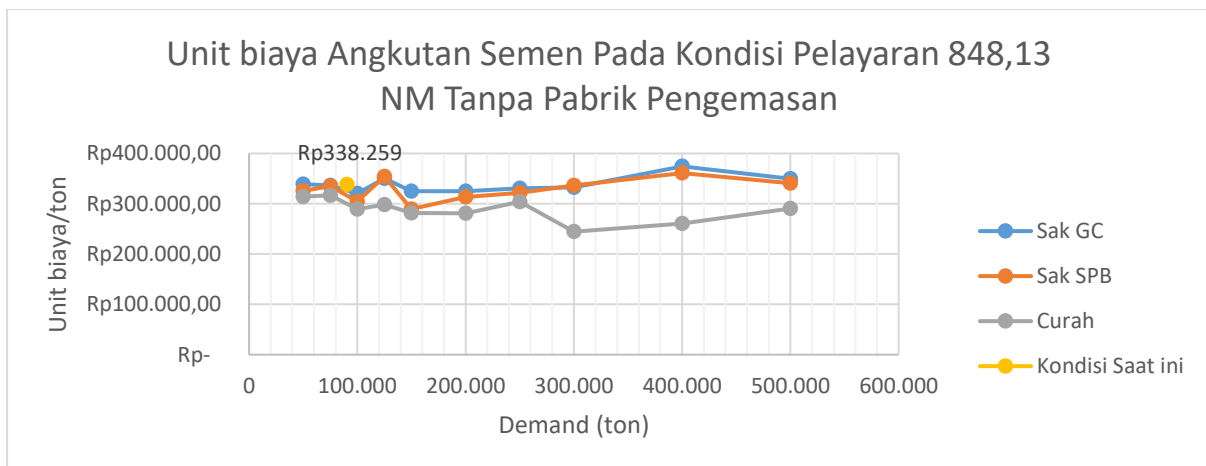
Pada skenario jarak 600NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal SPB yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya dengan tren penurunan unit biaya pada skenario ini tergolong stagnan dibandingkan skenario rute sebelumnya. Tren penurunan biaya pada kapal SPB tidak berbeda jauh dibandingkan GC, namun karena SPB memiliki tren penurunan unit biaya meskipun kecil, kapal SPB merupakan pilihan yang lebih ekonomis dalam pembangunan kapal besar dibandingkan GC.

5.6.4. Analisis Rute ± 800 mil laut (Tuban-Teluk Bayur)

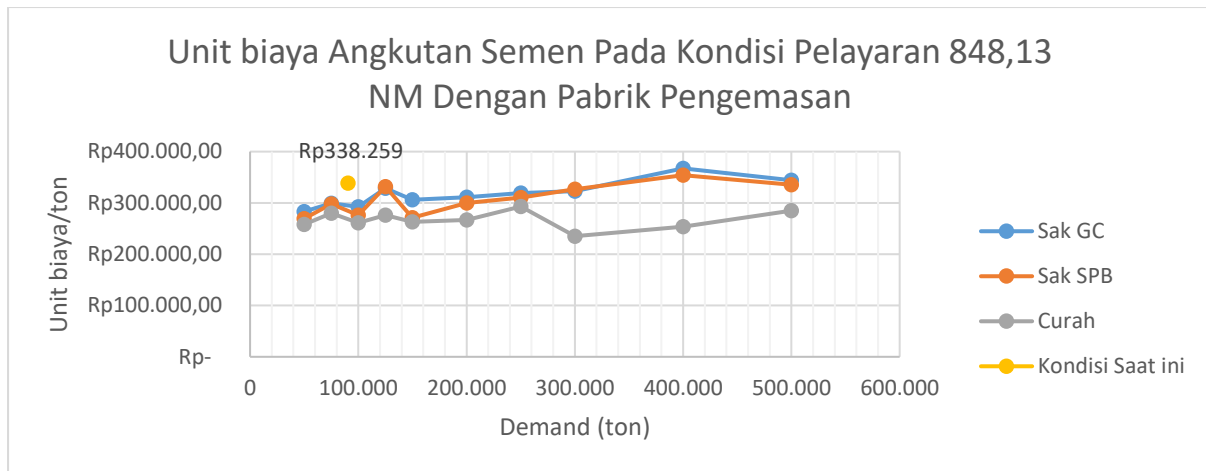


Gambar 5-26 Rute pelayaran Banyuwangi-Teluk bayur

Rute pelayaran ini adalah rute pelayaran dengan jarak yang jauh. 800 mil laut akan sangat menyusahkan angkutan semen sak untuk mengurangi *unit biaya* baik dengan ataupun tanpa keberadaan pabrik pengemasan. Angkutan semen curah akan kembali menjadi jauh lebih superior pada kondisi yang jauh baik pada jarak pendek maupun tinggi. karena jarak yang makin jauh maka pola biaya angkutan dari pola rute sebelumnya akan terulang kembali dimana pada volume permintaan yang tinggi biaya angkutan akan ikut menjulang tinggi. Hal ini tidak dapat dihindari karena faktor jarak sangat berpengaruh pada frekuensi kapal, mau tidak mau kapal harus menugaskan lebih dari satu kapal pada volume permintaan menengah sampai tinggi untuk mengimbangi jarak dan nilai permintaan yang tinggi.

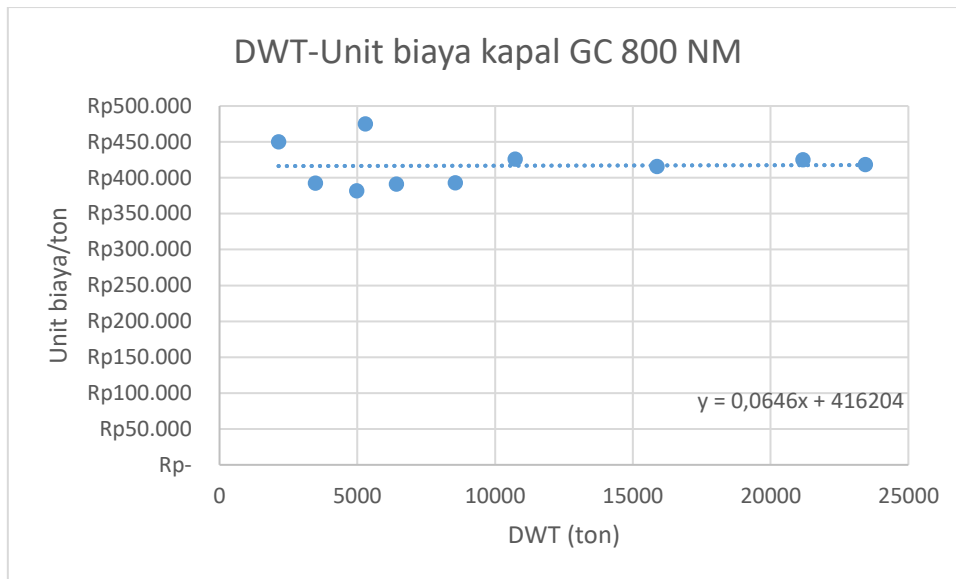


Gambar 5-27 Grafik rangkuman biaya angkutan tanpa pabrik pengemasan pada jarak ± 800 NM



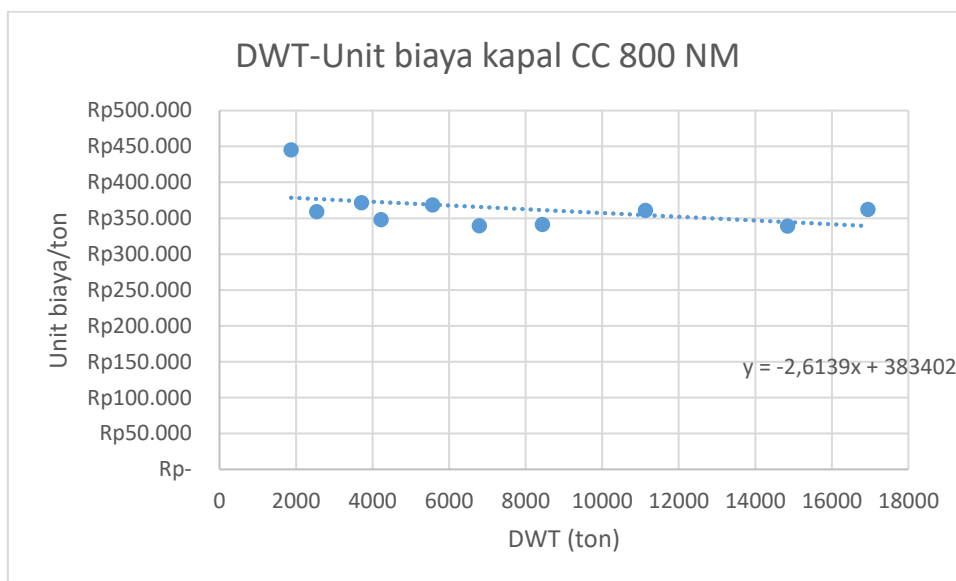
Gambar 5-28 Grafik rangkuman biaya angkutan dengan pabrik pengemasan pada jarak ± 800 NM

Pada kondisi angkutan semen pada jarak kurang lebih 800 mil laut, didapatkan bahwa pada kondisi permintaan rendah biaya angkutan semen akan menjadi tinggi. Pada kondisi ini skala ekonomis semen sak terjadi pada volume nilai permintaan 50.000 ton pada semen sak SBP, namun pada kondisi angkutan 125.000 ton terjadi kenaikan biaya angkutan yang signifikan, kemudian biaya kembali menurun pada volume 150.000 ton. Pada angkutan semen curah, skala ekonomis terjadi pada volume permintaan 300.000 ton, namun biaya angkutan semen curah tinggi pada volume permintaan rendah, namun masih jauh lebih murah dibandingkan semen sak.. Keberadaan pabrik pengemasan hanya terasa beban biayanya pada volume permintaan rendah 50.000-200.000 ton, pada volume permintaan tinggi beban biaya pabrik pengemasan tidak begitu mempengaruhi biaya angkutan semen. Dibandingkan dengan kondisi eksisting saat ini, rupanya kapal dan jenis angkutan yang digunakan perusahaan semen tidak begitu jauh dari nilai optimal. Berikut adalah tabel hasil biaya detail dari optimasi pengiriman semen.



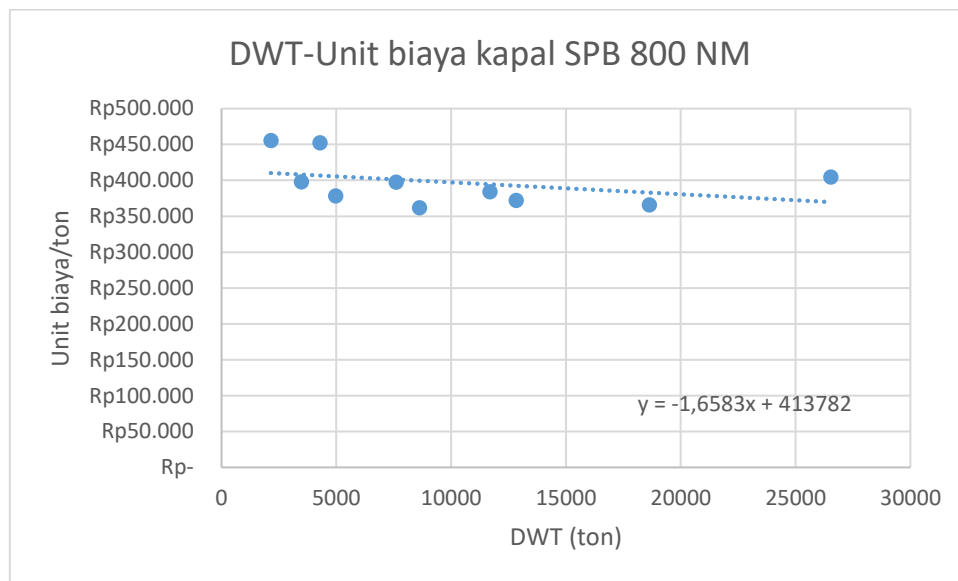
Gambar 5-29 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal GC jarak 800 NM

Pada skenario jarak 800NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal GC yang makin besar akan memiliki kecenderungan menaikkan unit biaya meskipun tren penurunan unit biaya pada skenario ini tergolong tidak begitu signifikan bahkan dapat terbilang stagnan karena tren kenaikannya sangat kecil.



Gambar 5-30 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal CC jarak 800 NM

Pada skenario jarak 800NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal CC yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya dengan tren penurunan yang tidak begitu tinggi. ini menunjukkan bahwa pembangunan kapal CC yang besar untuk melayani pelayaran dengan volume permintaan yang besar akan sangat menguntungkan bagi kapal curah semen.



Gambar 5-31 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal SPB jarak 800 NM

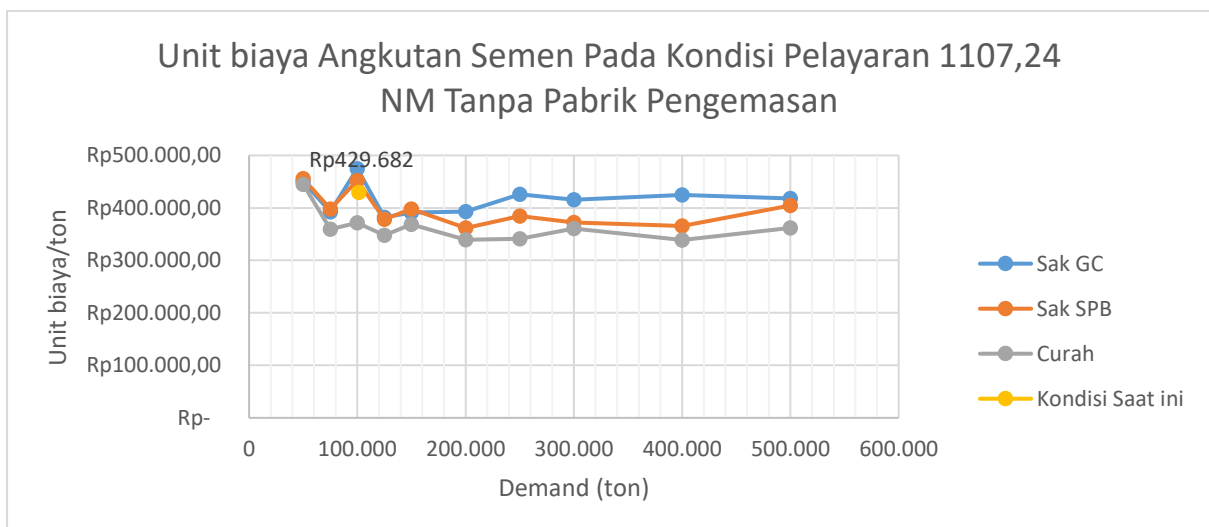
Pada skenario jarak 800NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal SPB yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya dengan tren penurunan unit biaya pada skenario ini tergolong tinggi dibandingkan skenario rute sebelumnya. Tren penurunan biaya pada kapal SPB berbeda jauh dibandingkan GC, sehingga kapal SPB merupakan pilihan yang lebih ekonomis dalam pembangunan kapal besar dibandingkan GC.

5.6.5. Analisis Rute ± 1000 mil laut (Tuban-Ambon)

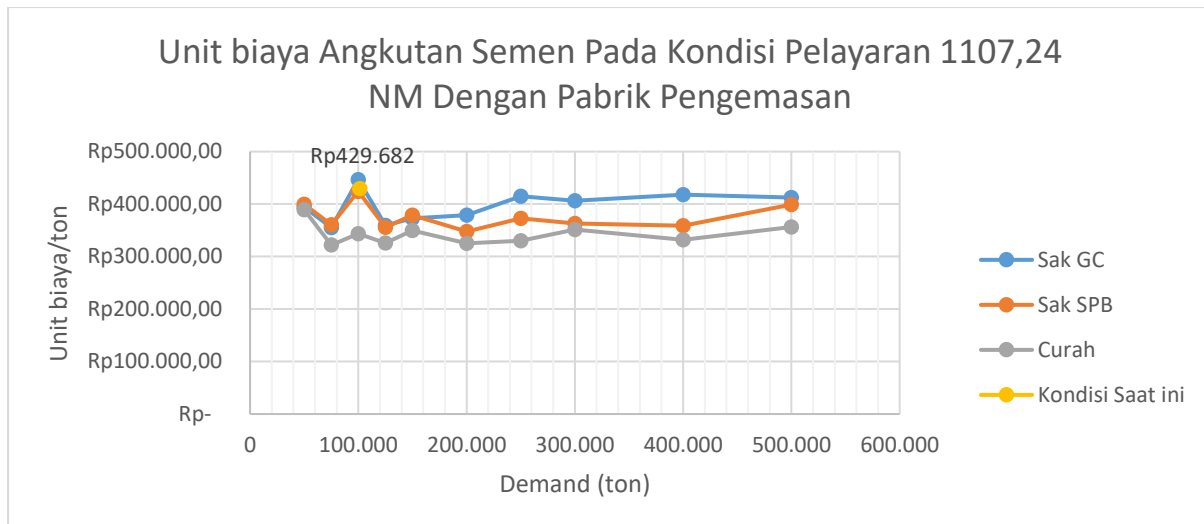


Gambar 5-32 Rute pelayaran Tuban-Ambon

Jarak pelayaran 1000 mil laut adalah rute pelayaran yang sangat jauh, hal ini akan menjadi tantangan karena angkutan curah pun akan kewalahan untuk memenuhi permintaan semen pada volume permintaan semen menengah seperti pada skenario sebelumnya. Namun hal ini tidak akan menjadi masalah karena jarak yang jauh akan membantu kapal berukuran besar menekan *unit biaya* karena efisiensinya. Meskipun kali ini angkutan semen sak juga tidak akan mampu bersaing dengan semen curah, namun semen sak tidak akan memiliki bentuk kurva yang begitu berbeda dengan semen curah karena pada skenario ini tren yang terjadi adalah: angkutan semen curah akan menggunakan kapal berukuran besar dan angkutan semen sak akan menugaskan lebih banyak kapal pada kondisi volume permintaan yang tinggi.

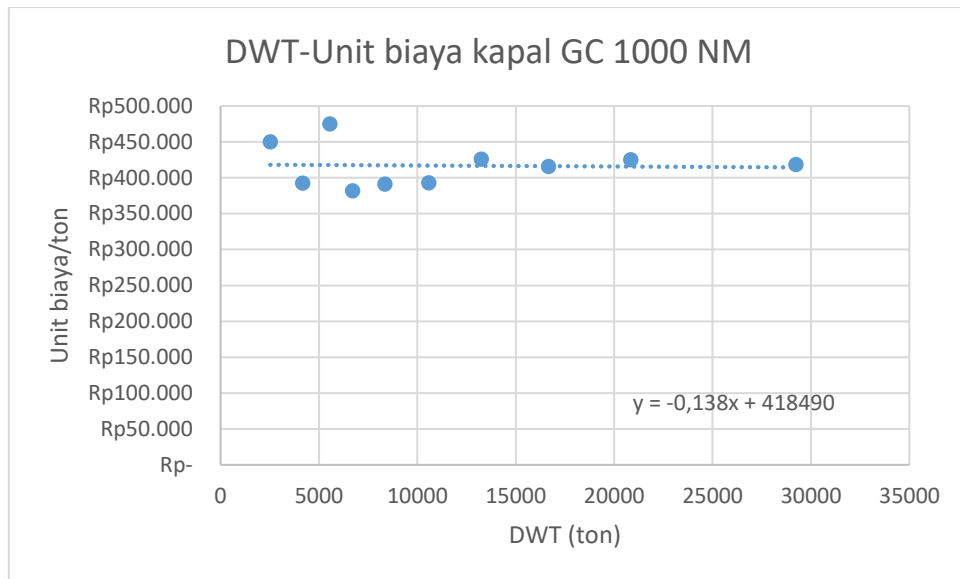


Gambar 5-33 Grafik rangkuman biaya angkutan dengan pabrik pengemasan pada jarak ± 1000 NM



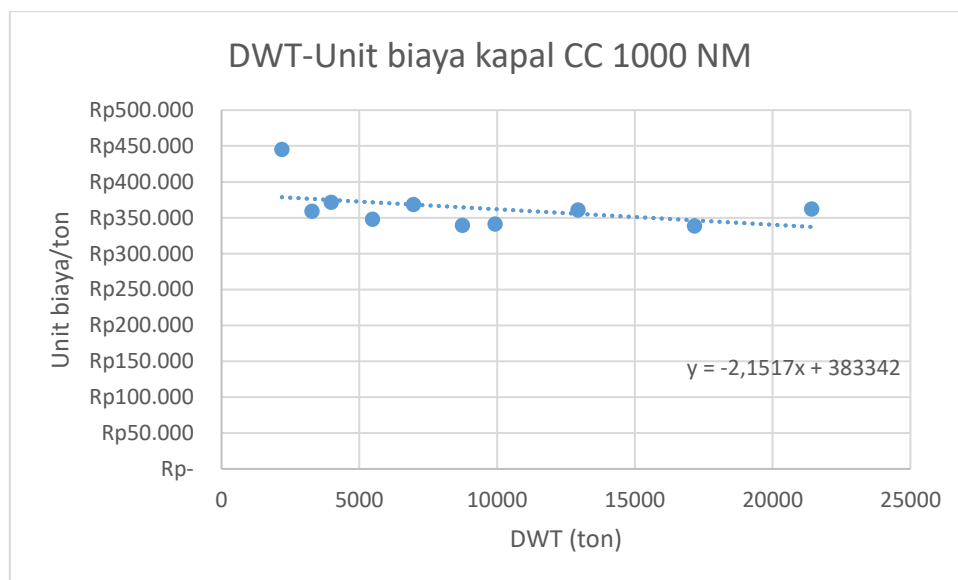
Gambar 5-34 Grafik rangkuman biaya angkutan tanpa pabrik pengemasan pada jarak ± 1000 NM

Pada kondisi angkutan semen pada jarak kurang lebih 1000 mil laut, didapatkan bahwa pada kondisi permintaan rendah biaya angkutan semen akan menjadi tinggi. Pada kondisi ini skala ekonomis semen sak terjadi pada volume nilai permintaan 200.000 ton pada semen sak SBP, namun pada kondisi angkutan 500.000 ton terjadi kenaikan biaya angkutan yang signifikan. Pada angkutan semen curah, skala ekonomis terjadi pada volume permintaan 75.000 ton, namun biaya angkutan semen curah tinggi pada volume permintaan rendah, namun masih jauh lebih murah dibandingkan semen sak.. Keberadaan pabrik pengemasan hanya terasa beban biayanya pada volume permintaan rendah 50.000-200.000 ton, pada volume permintaan tinggi beban biaya pabrik pengemasan tidak begitu mempengaruhi biaya angkutan semen. Dibandingkan dengan kondisi eksisting saat ini, rupanya kapal dan jenis angkutan yang digunakan perusahaan semen cukup dekat dari nilai optimal. Berikut adalah tabel hasil biaya detail dari optimasi pengiriman semen.



Gambar 5-35 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal GC jarak 1000 NM

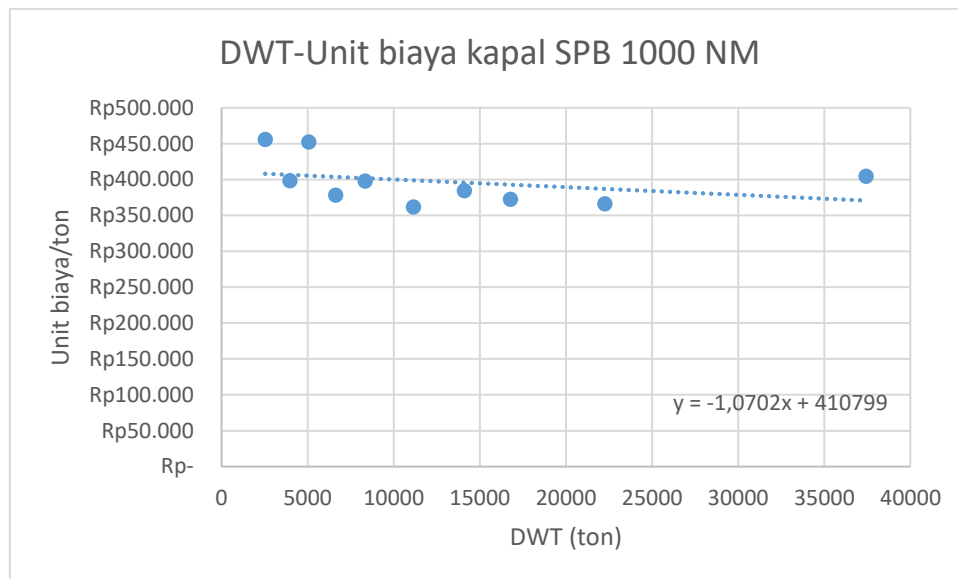
Pada skenario jarak 1000NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal GC yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya meskipun tren penurunan unit biaya pada skenario ini tergolong tidak begitu signifikan bahkan dapat dibidang stagnan karena tren kenaikannya sangat kecil.



Gambar 5-36 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal CC jarak 1000 NM

Pada skenario jarak 1000NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal CC yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya dengan tren penurunan yang tidak begitu

tinggi. ini menunjukkan bahwa pembangunan kapal CC yang besar untuk melayani pelayaran dengan volume permintaan yang besar akan sangat menguntungkan bagi kapal curah semen.

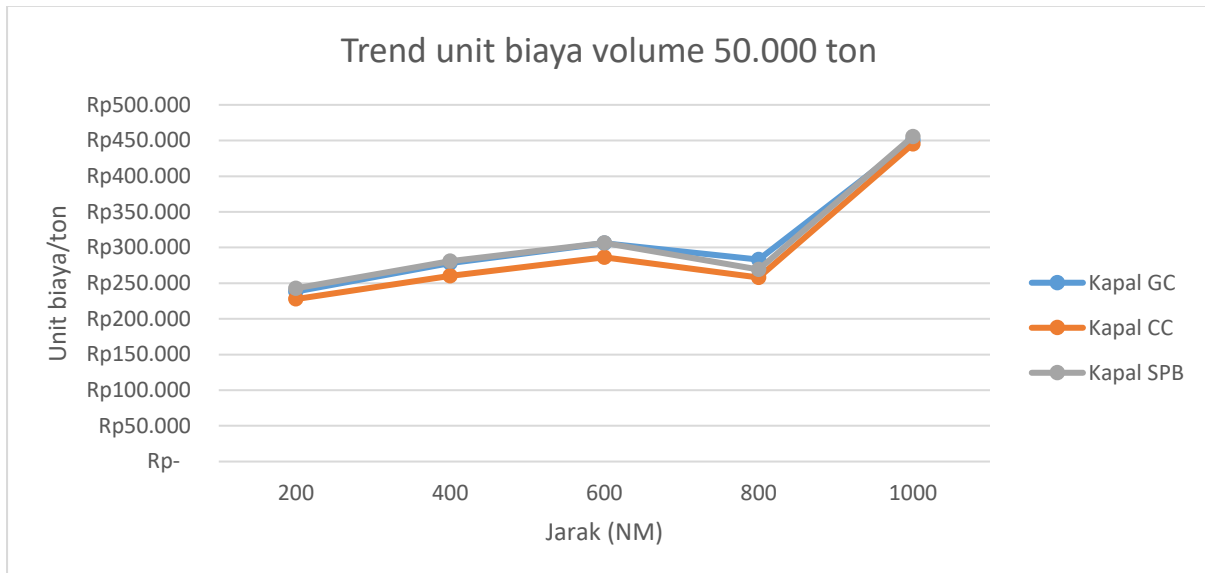


Gambar 5-37 Grafik hubungan ukuran kapal dengan unit biaya kapal SPB jarak 1000 NM

Pada skenario jarak 1000NM dapat dilihat bahwa ukuran kapal SPB yang makin besar akan memiliki kecenderungan menurunkan unit biaya dengan tren penurunan unit biaya pada skenario ini tergolong lebih rendah dibandingkan skenario rute sebelumnya. Tren penurunan biaya pada kapal SPB berbeda jauh dibandingkan GC, sehingga kapal SPB merupakan pilihan yang lebih ekonomis dalam pembangunan kapal besar dibandingkan GC.

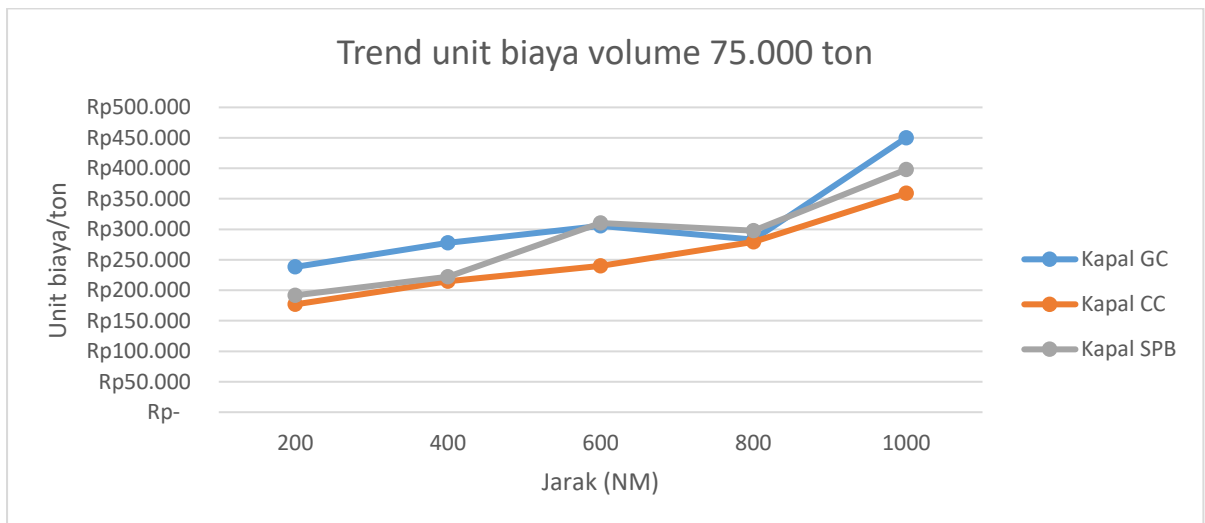
5.7. Perbandingan Unit biaya Terhadap Jarak Pelayaran

Untuk mengetahui tren unit biaya terhadap jarak pelayaran, maka perlu dilakukan analisis untuk mengetahui tren unit biaya. Pada sebagian rute atau jenis kapal tren unit biaya cenderung fluktuatif. Untuk mengetahui pengaruh secara garis besar, hubungan jarak-unit biaya dapat dilihat pada grafik berikut.



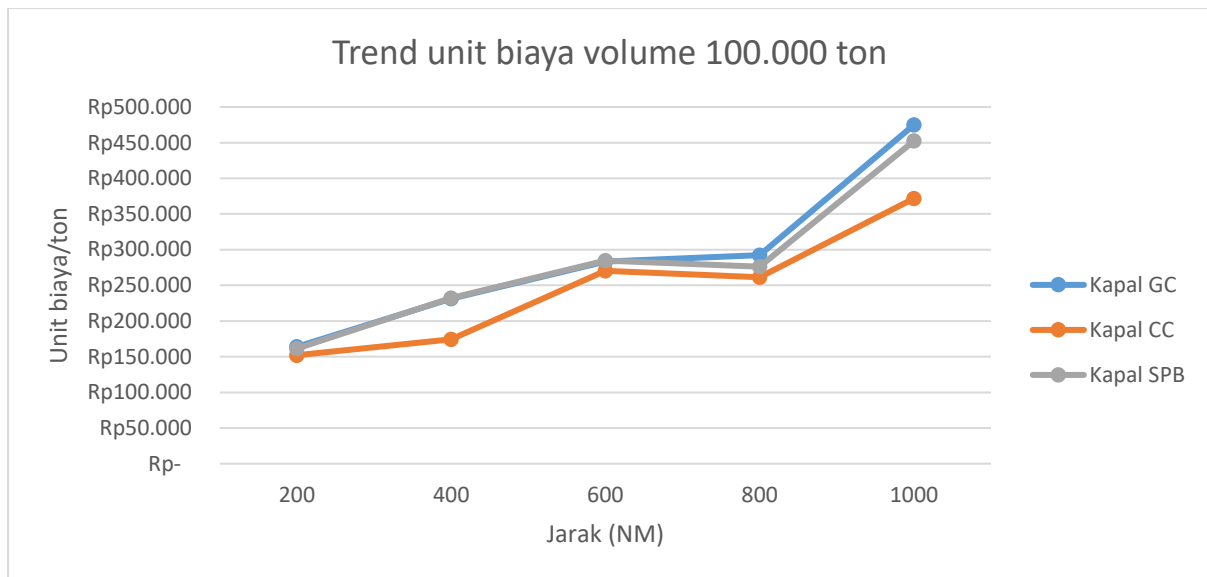
Gambar 5-38 Grafik tren unit biaya pada volume permintaan 50.000 ton

Pada volume permintaan 50.000 ton dapat dilihat bahwa tren unit biaya memiliki kecenderungan fluktuatif pada semua jenis kapal. terjadi kecenderungan naik pada jarak 200-600nm, kemudian menurun pada jarak 800nm, kemudian naik dengan signifikan pada jarak 1000nm.



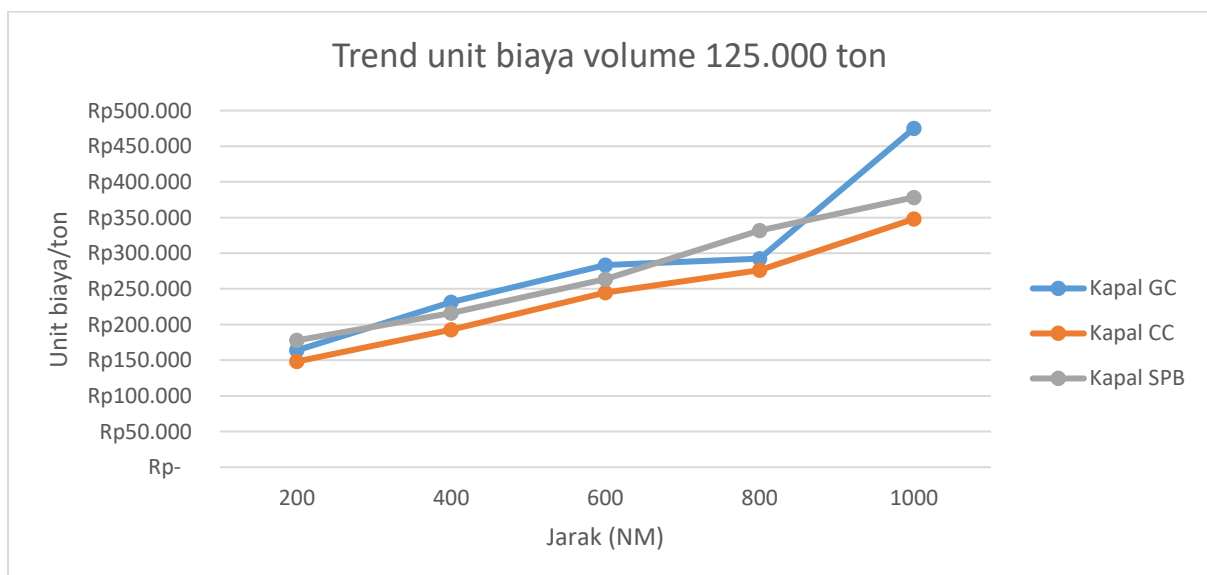
Gambar 5-39 Grafik tren unit biaya pada volume permintaan 75.000 ton

Pada volume permintaan 75.000 ton ten unit biaya cenderung fluktuatif pada jenis kapal *general cargo* dan *self propelled barge* pada jarak pelayaran 600-1000nm, sedangkan pada kapal semen curah unit biaya memiliki kecenderungan meninggi yang cukup stabil.



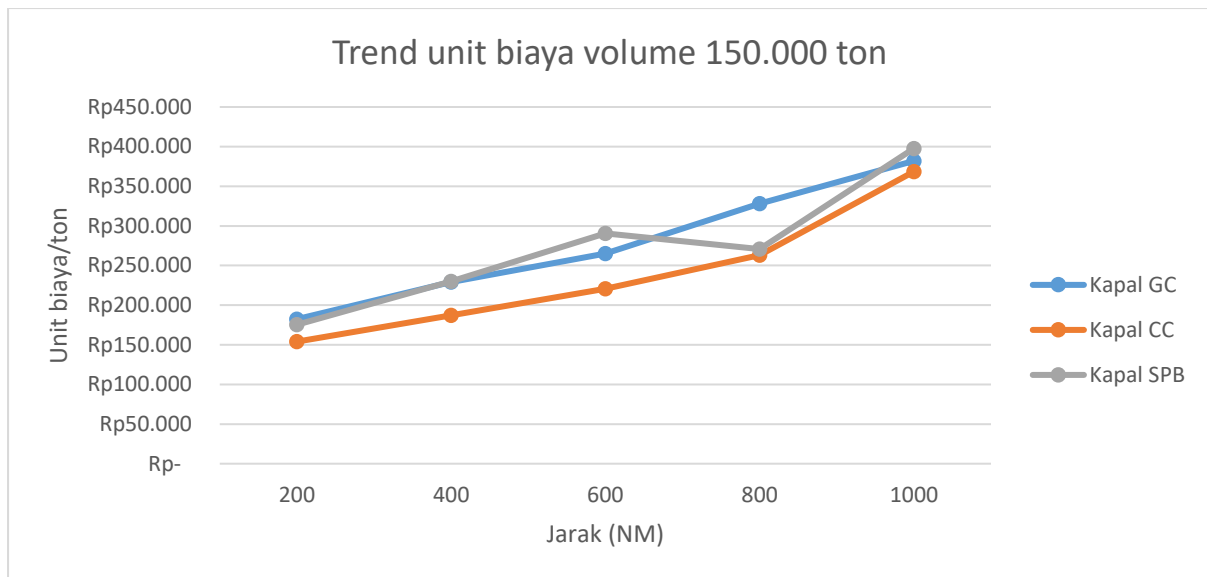
Gambar 5-40 Grafik tren unit biaya pada volume permintaan 100.000 ton

Pada volume permintaan 100.000 ton semua jenis kapal mengalami tren kenaikan unit biaya pada jarak yang lebih tinggi, namun pada jarak pelayaran 600-800nm semua jenis kapal sama sama memiliki tren yang stagnan dan cenderung menurun pada kapal curah semen dan *general cargo* kemudian naik kembali dengan signifikan pada jarak 1000nm.



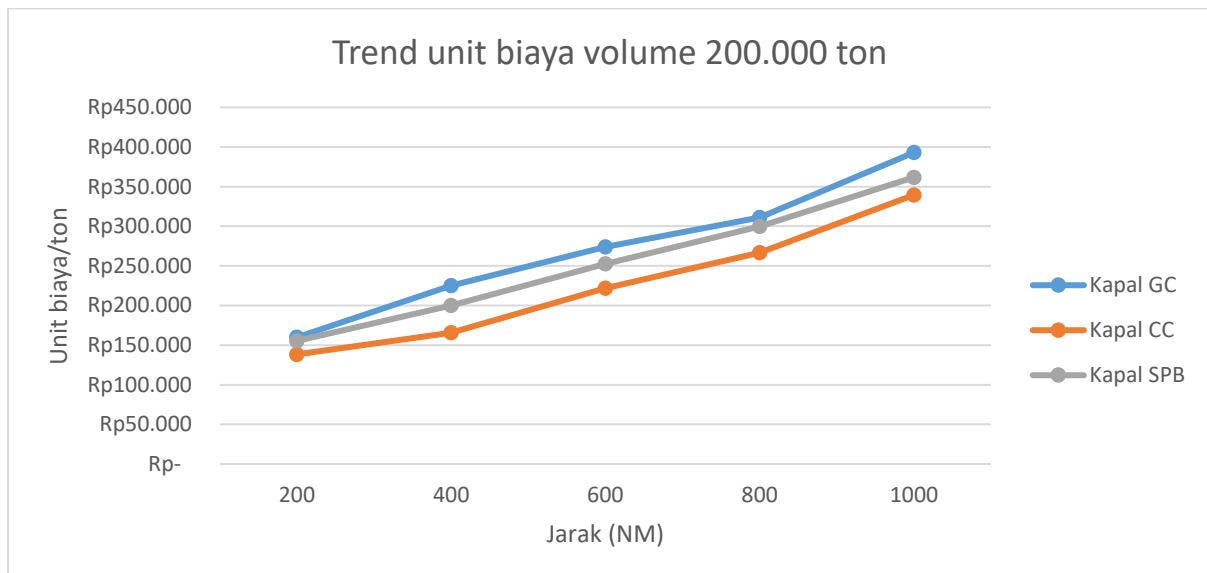
Gambar 5-41 Grafik tren unit biaya pada volume permintaan 125.000 ton

Pada volume permintaan 125.000 ton, kapal semen curah dan kapal *self propelled barge* sama sama memiliki tren kenaikan unit biaya stabil pada jarak yang lebih jauh, sedangkan kapal *general cargo* mengalami fluktuasi yang signifikan pada jarak pelayaran 600-1000nm.



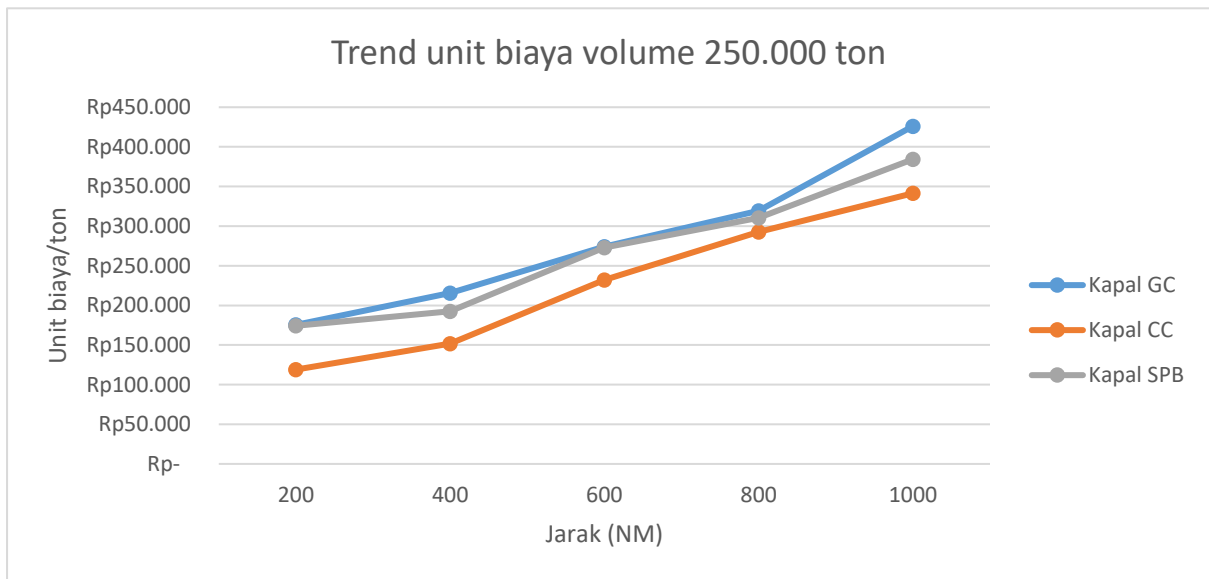
Gambar 5-42 Grafik tren unit biaya pada volume permintaan 150.000 ton

Pada volume permintaan 150.000 ton, kapal semen curah dan kapal *general cargo* sama sama memiliki tren kenaikan unit biaya stabil pada jarak yang lebih jauh, sedangkan kapal *self propelled barge* mengalami fluktuasi yang signifikan pada jarak pelayaran 600-1000nm.



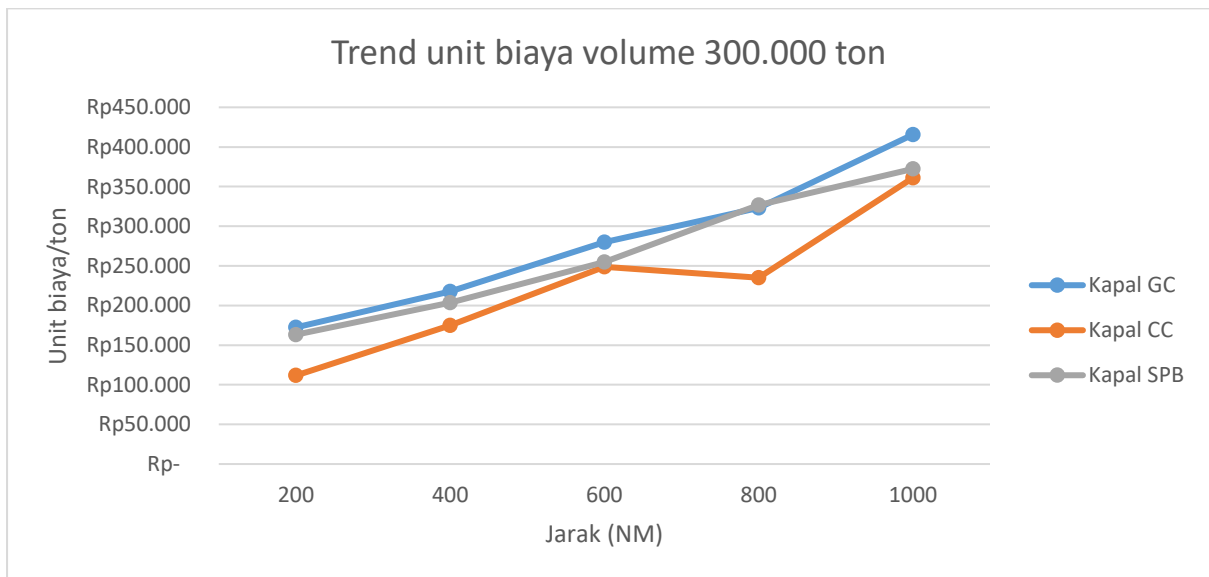
Gambar 5-43 Grafik tren unit biaya pada volume permintaan 200.000 ton

Pada volume permintaan 200.000 ton semua jenis kapal mengalami tren kenaikan unit biaya yang cukup stabil dari jarak pelayaran 200-1000nm.



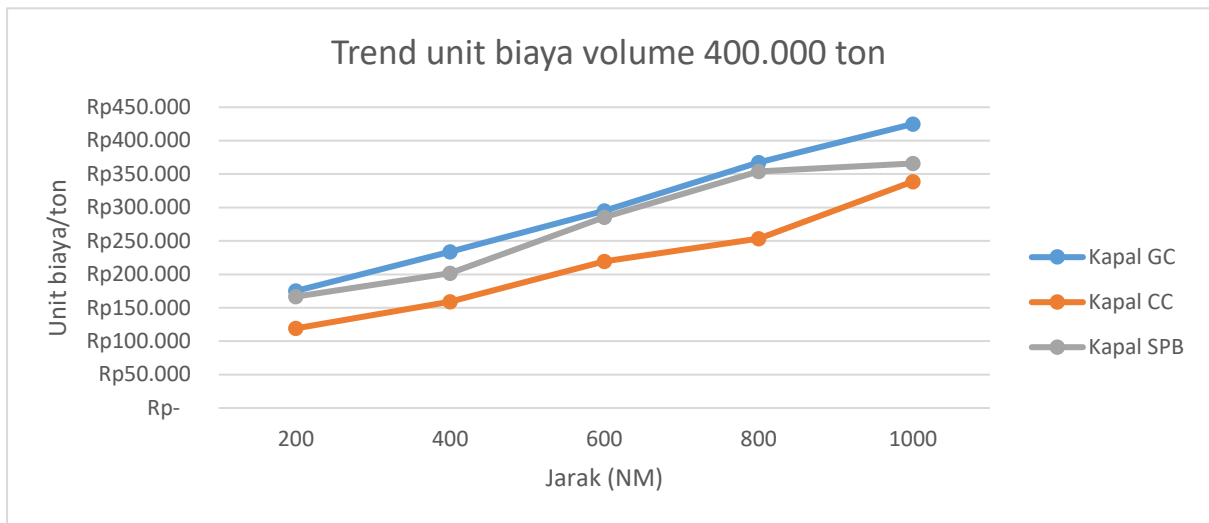
Gambar 5-44 Grafik tren unit biaya pada volume permintaan 250.000 ton

Pada volume permintaan 250.000 ton semua jenis kapal mengalami tren kenaikan unit biaya yang cukup stabil dari jarak pelayaran 200-1000nm.



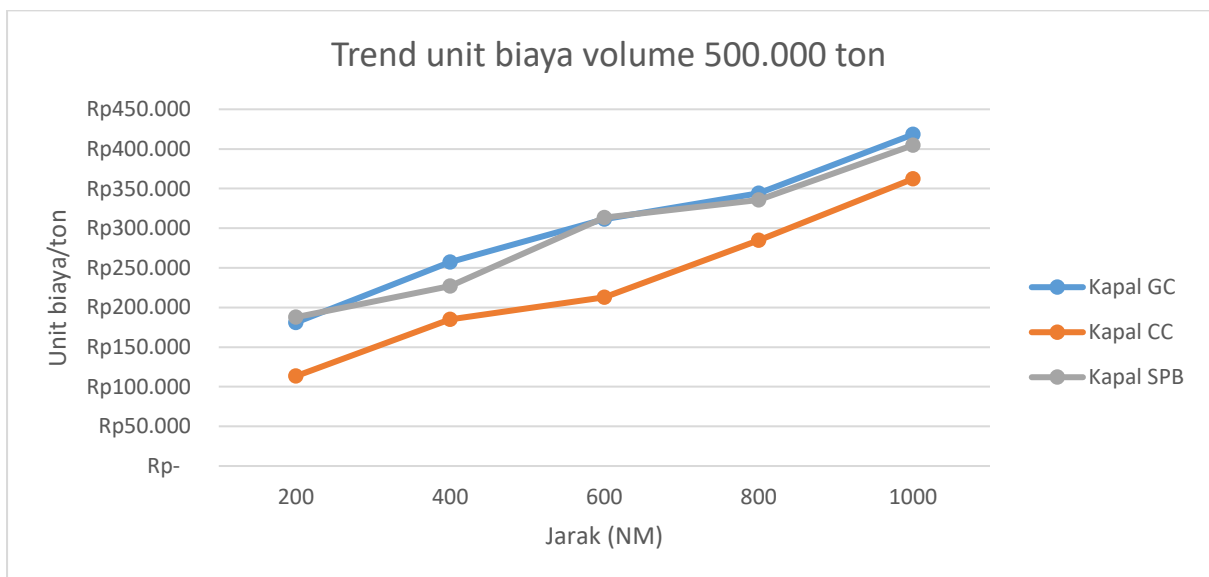
Gambar 5-45 Grafik tren unit biaya pada volume permintaan 300.000 ton

Pada volume permintaan 300.000 ton semua kapal angkutan semen sak mengalami tren kenaikan unit biaya yang cukup stabil, namun pada kapal semen curah terjadi fluktuasi unit biaya pada jarak pelayaran 600-1000nm.



Gambar 5-46 Grafik tren unit biaya pada volume permintaan 400.000 ton

Pada volume permintaan 400.000 ton semua jenis kapal mengalami tren kenaikan unit biaya yang cukup stabil dari jarak pelayaran 200-1000nm.

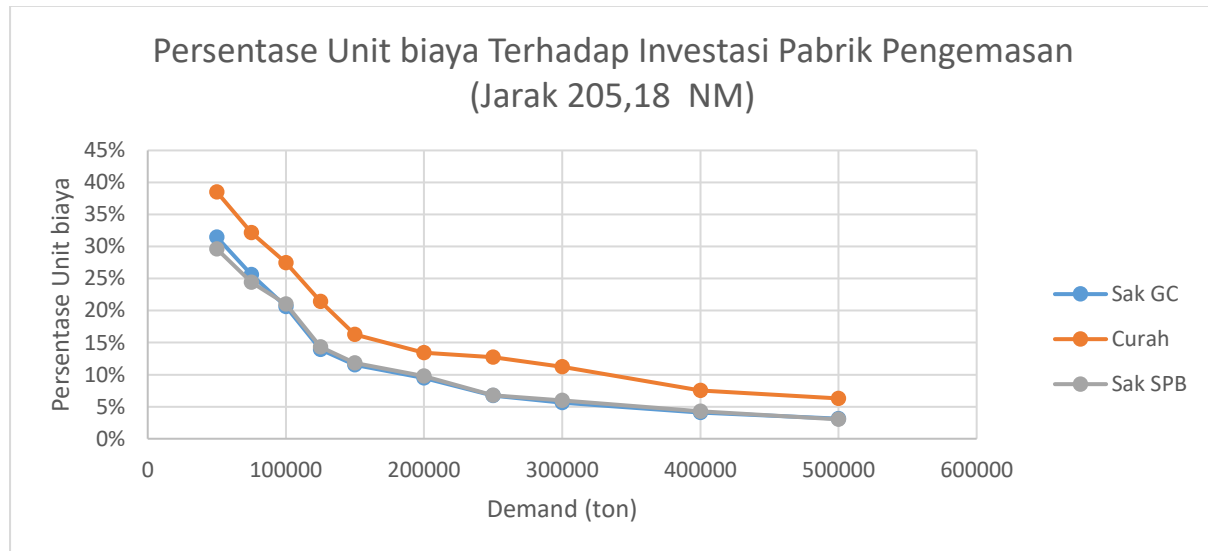


Gambar 5-47 Grafik tren unit biaya pada volume permintaan 500.000 ton

Pada volume permintaan 500.000 ton semua jenis kapal mengalami tren kenaikan unit biaya yang cukup stabil dari jarak pelayaran 200-1000nm.

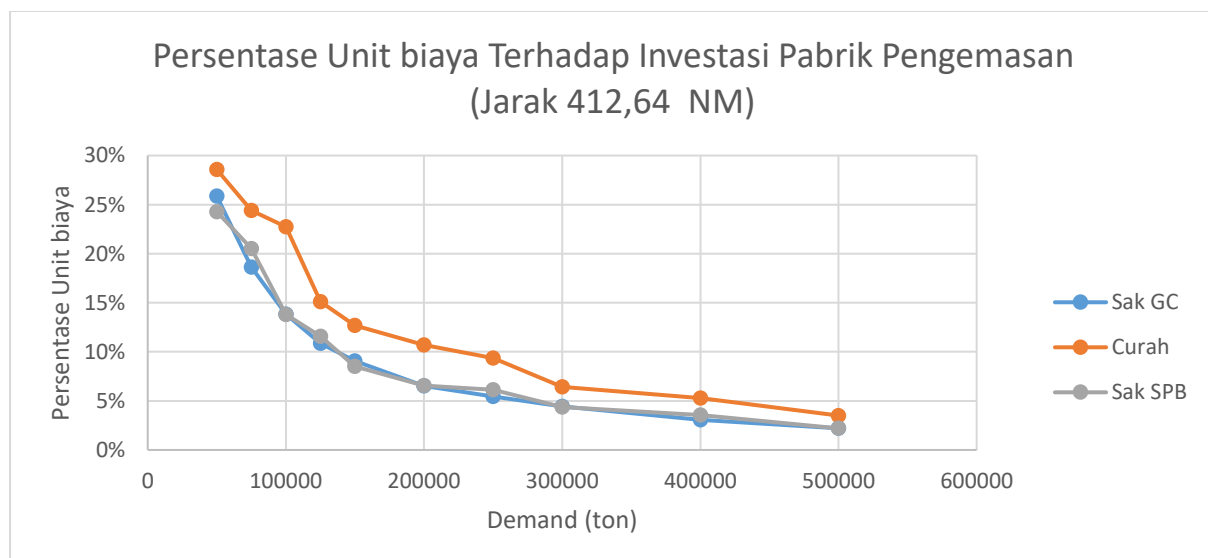
5.8. Pengaruh Keberadaan Pabrik Pengemasan Terhadap Unit biaya

Pabrik pengemasan merupakan sarana krusial yang berfungsi untuk mengemas semen sebelum dijual ke pembeli, tanpa adanya pabrik pengemasan semen belum layak untuk dijual ke ritel. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh investasi pabrik pengemasan terhadap unit biaya, maka besar persentase pabrik pengemasan dapat dilihat pada tabel berikut:



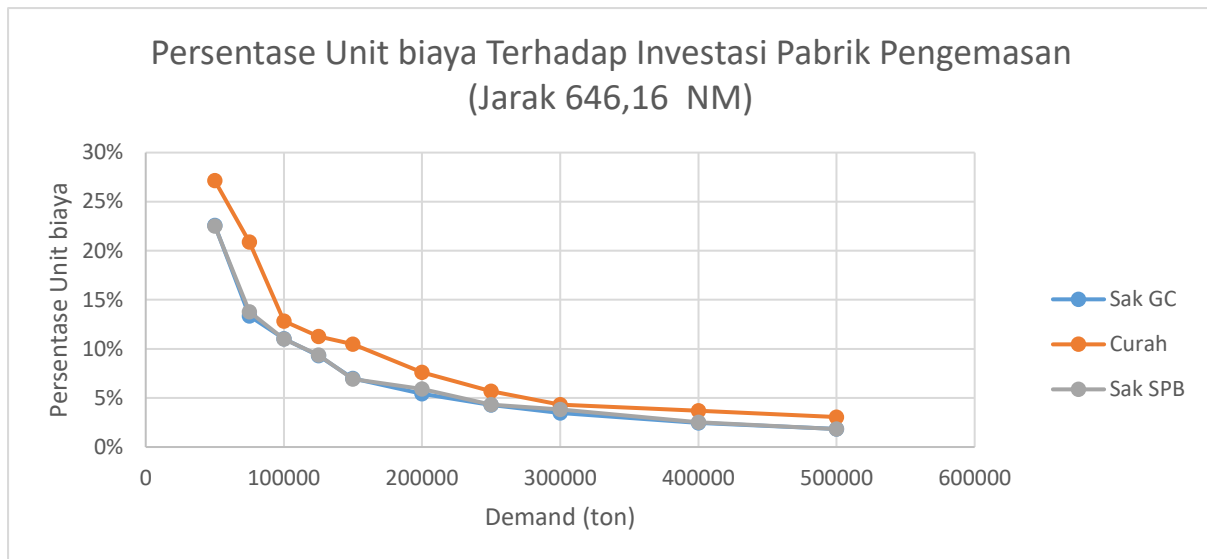
Gambar 5-48 Grafik persentase unit biaya pabrik pengemasan pada rute Banyuwangi-Sumbawa

Pada skenario ini pengaruh unit biaya tertinggi mencapai 39% pada volume permintaan terendah.



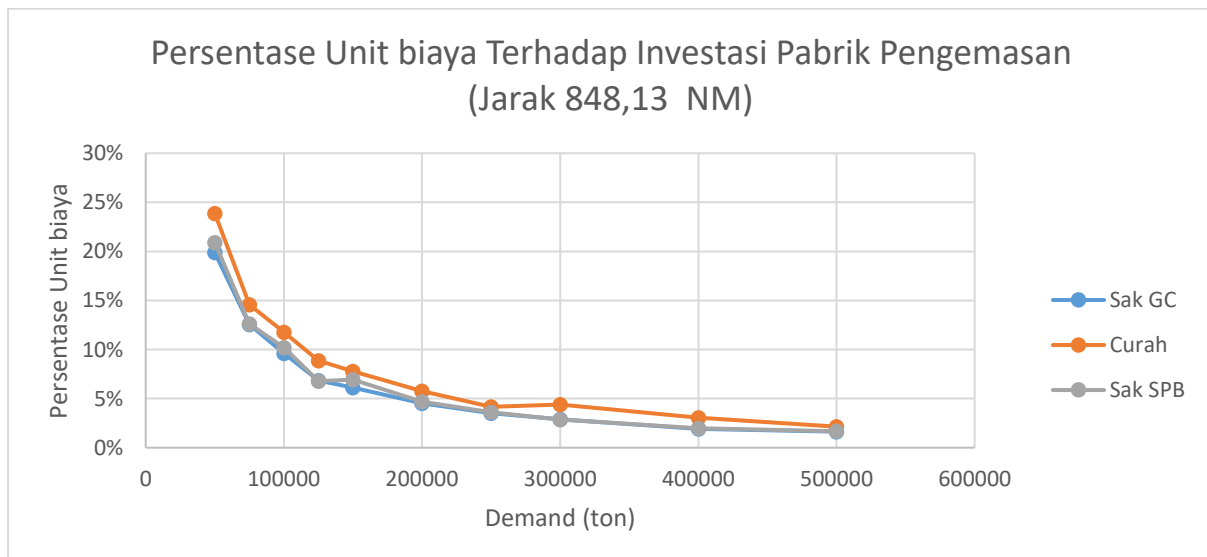
Gambar 5-49 Grafik persentase unit biaya pabrik pengemasan pada rute Tuban-Biringkassi

Pada skenario ini pengaruh unit biaya tertinggi mencapai 28% pada volume permintaan terendah.



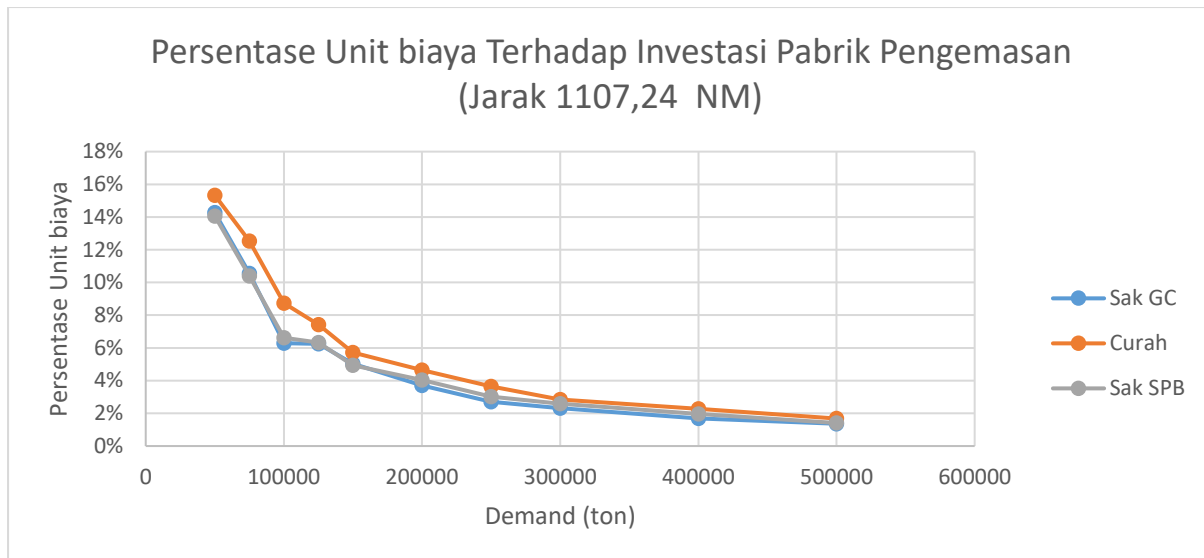
Gambar 5-50 Grafik persentase unit biaya pabrik pengemasan pada rute Banyuwangi-Lampung

Pada skenario ini pengaruh unit biaya tertinggi mencapai 28% pada volume permintaan terendah.



Gambar 5-51 Grafik persentase unit biaya pabrik pengemasan pada rute Tuban-Teluk Bayur

Pada skenario ini pengaruh ubit biaya tertinggi mencapai 23% pada volume permintaan terendah.



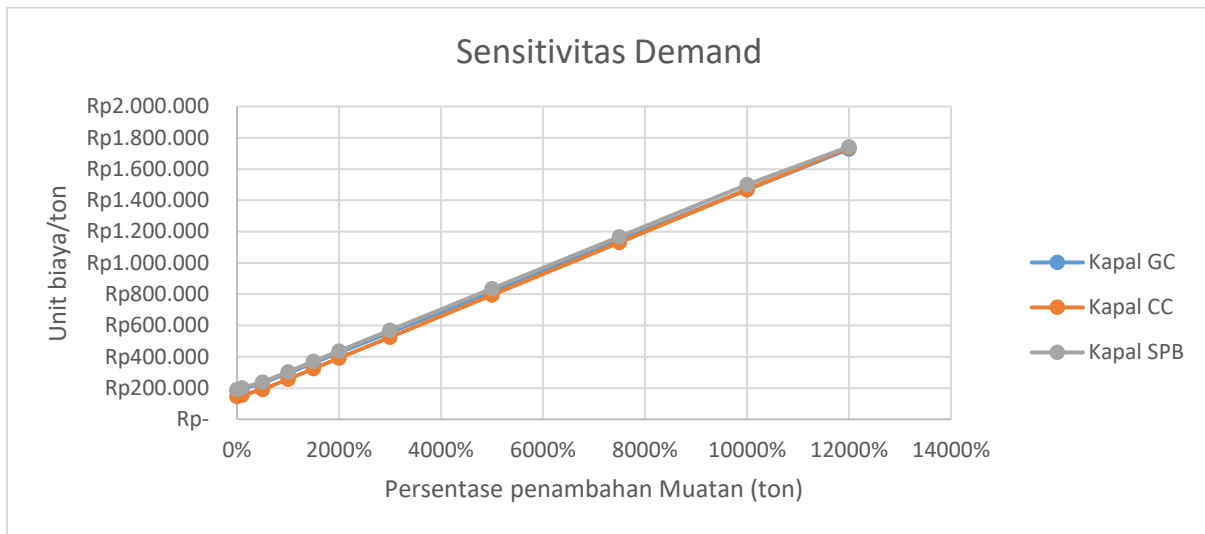
Gambar 5-52 Grafik persentase unit biaya pabrik pengemasan pada rute Tuban-Ambon

Pada skenario ini pengaruh ubit biaya tertinggi mencapai 15% pada volume permintaan terendah.

Dari hasil perhitungan didapat bahwa pada rute jarak pendek dan volume permintaan rendah, investasi pabrik pengemasan dapat menjadi 40% dari unit biaya dari pengiriman semen dan umumnya pada volume permintaan 500.000 ton akan menjadi kurang lebih 2%. Hal ini disebabkan karena pada rute pelayaran pendek dan demand kecil, total biaya pengiriman semen sangatlah rendah. Hal ini menyebabkan biaya investasi pabrik pengemasan yang kurang lebih bernilai 2,8 milyar rupiah memberi kontribusi besar pada peningkatan biaya total pengiriman.

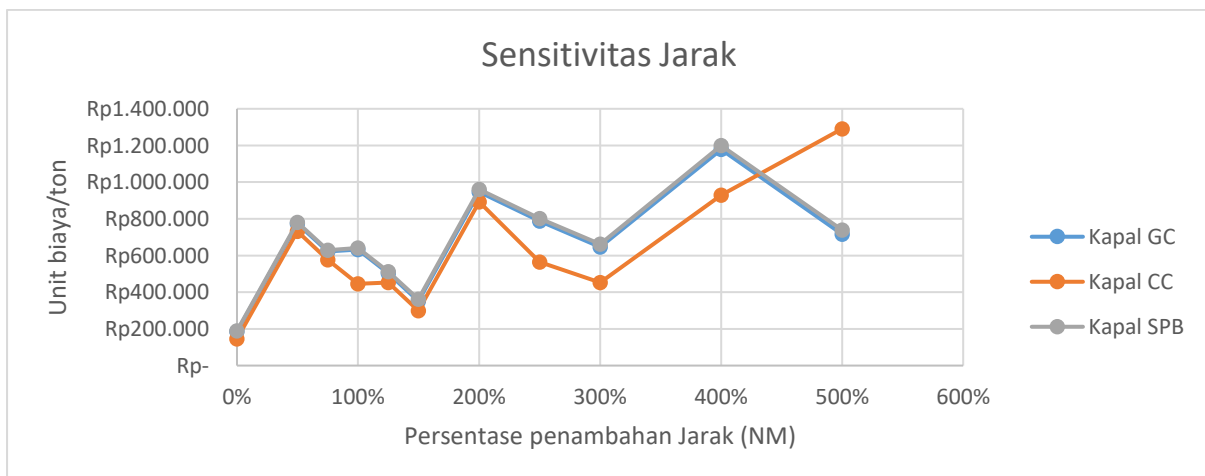
5.9. Sensitivitas Jarak/Muatan

Untuk mengetahui pengaruh pemilihan jenis kapal terhadap jarak dan muatan, maka perlu dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui mana yang lebih berpengaruh pada pemilihan jenis kapal antara jarak pelayaran atau muatan. Analisis sensitivitas dilakukan menggunakan model pengiriman dengan jarak terendah dan volume pengiriman terendah yaitu skenario pelayaran 200nm dengan volume permintaan 50.000 ton. Sensitivitas dilakukan dengan cara meningkatkan volume permintaan atau jarak pada kelipatannya sampai jenis kapal pada skenario tersebut berganti.



Gambar 5-53 Grafik sensitivitas unit biaya terhadap demand

Pada sensitivitas volume permintaan didapat bahwa volume permintaan perlu ditingkatkan sampai dengan 14000% baru jenis kapal terpilih akan berubah dari kapal semen curah menjadi kapal *general cargo*.

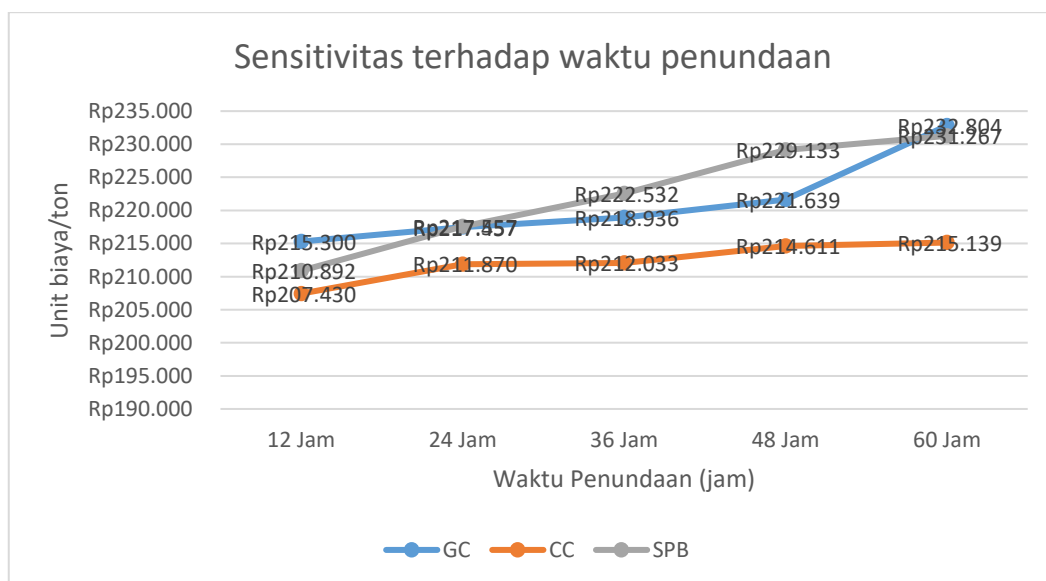


Gambar 5-54 Grafik sensitivitas unit biaya terhadap jarak

Pada sensitivitas jarak pelayaran didapat bahwa jarak pelayaran perlu ditingkatkan sampai dengan 500% baru jenis kapal terpilih akan berubah dari kapal semen curah menjadi kapal *general cargo*. Dari hasil analisis sensitivitas didapat bahwa jarak pelayaran lebih berpengaruh pada pemilihan jenis kapal dibandingkan volume permintaan.

5.10. Sensitivitas Terhadap Waktu Bongkar Muat

Semen dalam penanganannya di pelabuhan sangat bergantung dengan keadaan cuaca pada saat itu. Ketika cuaca sedang hujan, proses bongkar muat di pelabuhan akan berhenti, dikarenakan semen tidak boleh terkena air. Hal ini akan menyebabkan kapal bersandar di pelabuhan lebih lama, sehingga produktivitasnya akan berkurang. Analisis sensitivitas pada bab ini akan melihat besar pengaruh cuaca dalam operasi kapal di pelabuhan, yang memiliki keterkaitan dengan unit biaya kapal tersebut. Ada beberapa tingkatan analisis, yaitu ketika terjadi penundaan aktivitas bongkar muat selama 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam, dan 60 jam. Rute yang akan dianalisis adalah rute dengan jarak pelayaran dan volume permintaan terendah yaitu Banyuwangi-Sumbawa pada volume permintaan 50.000 ton.



Gambar 5-55 Grafik sensitivitas terhadap waktu bongkar muat

Grafik diatas menunjukkan pengaruh penundaan waktu bongkar muat terhadap unit biaya kapal, semakin lama penundaan terjadi, maka unit biaya yang muncul akan semakin mahal, dikarenakan terjadi penambahan biaya pelayanan kapal di pelabuhan dan penurunan produktivitas kapal.

BAB 6 PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis kondisi eksisting menunjukkan bahwa: (1) unit biaya pengiriman semen pada rute Banyuwangi-Sumbawa adalah 262.893 rupiah; (2) pada rute Tuban-Biringkassi adalah 190.689 rupiah; (3) pada rute Banyuwangi-Lampung adalah 418.793 rupiah; (4) pada rute Tuban-Teluk Bayur adalah 338.259 rupiah; dan (5) pada rute Tuban-Ambon adalah 429.682 rupiah.
2. Dari hasil analisis perbandingan skala ekonomis dari model optimasi pengiriman semen pada bab 5 ditemukan bahwa: (1) pada rute pelayaran kurang lebih 200 NM skala ekonomis semen curah berada pada volume permintaan 300.000 ton, semen sak berada pada volume permintaan 100.000 ton dengan kapal SPB; (2) pada rute pelayaran kurang lebih 400 NM skala ekonomis semen curah berada pada volume permintaan 250.000 ton, semen sak berada pada volume permintaan 250.000 ton dengan kapal SPB; (3) pada rute pelayaran kurang lebih 600 NM skala ekonomis semen curah berada pada volume permintaan 150.000 ton, semen sak berada pada volume permintaan 125.000 ton dengan kapal SPB; (4) pada rute pelayaran kurang lebih 800 NM skala ekonomis semen curah berada pada volume permintaan 300.000 ton, semen sak berada pada volume permintaan 50.000 ton dengan kapal SPB; (5) pada rute pelayaran kurang lebih 1000 NM skala ekonomis semen curah berada pada volume permintaan 75.000 ton, semen sak berada pada volume permintaan 200.000 ton dengan kapal SPB. Skala ekonomis kedua jenis angkutan cenderung fluktuatif dan tidak memiliki tren tertentu.
3. Pengiriman semen sak maupun curah akan mencapai kondisi paling optimum apabila kedua jenis angkutan ini berhasil mencapai skala ekonomis seperti yang telah dijelaskan diatas, skala ekonomis akan mencapai nilai optimumnya ketika pabrik pengemasan sudah tersedia sehingga perusahaan semen tidak perlu melakukan investasi pabrik semen.

6.2. Saran

Setelah menyelesaikan penelitian ini penulis menyarankan perusahaan semen agar lebih mempertimbangkan penggunaan kapal hasil bangunan sendiri dibanding *charter*. Salah satu faktor yang berkontribusi membuat harga semen menjadi tinggi adalah kondisi angkutan semen yang tidak optimum. Dan pembangunan pabrik pengemasan pada kondisi jarak pengiriman rendah dapat membuat unit biaya membengkak. Dengan adanya penelitian ini diharapkan penulis mampu berkontribusi dalam penyelesaian masalah disparitas harga semen yang berfokus pada pengurangan biaya transportasi laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Kusuma, Aswinanda Candra. *Analisis Struktur Biaya Angkutan Semen menuju Kebijakan Satu Harga*. 2018.
- Setiawan, Karina Novita Sari. *Analisis Skala Penambangan Mineral Dan Pengangkutan: Studi Kasus Angkutan Nikel Di Sulawesi Tenggara*. 2018.
- Windra, Iswidodo. *Model Perencanaan Pengangkutan Dan Distribusi Semen Di Kawasan Indonesia Timur*. 2014
- Muluk, Asmuliardi *Analisis Performansi Distribusi Semen Curah PT. Semen Padang Melalui Jalur Laut Dengan Pendekatan Simulasi*. 2007
- Indonesia, PT Semen. “Annual Report Semen Indonesia 2017” 2017.
- Stopford, Martin. *Maritime Economics*. 1982.
- Wijnolst & Wergeland. *Shipping*. 1997
- Sentosa & Willy, *Metode Heuristik*, 2011
- Umum, Kementrian Pekerja. *Kajian Rantai Pasok Semen Untuk Mendukung Investasi Infrastruktur*. 2012.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Peramalan Volume Permintaan Semen

Lampiran 2 Data Rute Dan Jarak Pelayaran

Lampiran 3 Tarif Jasa Pelayanan kapal

Lampiran 4 Contoh Perhitungan Biaya Angkutan Semen Pada Kondisi Eksisting (Banyuwangi-Sumbawa)

Lampiran 5 Contoh Hasil Perhitungan Biaya Pengiriman Semen (Kondisi Jarak 205,16 NM, Demand 50.000 ton, Jenis Angkutan Semen Sak *General Cargo*)

Lampiran 6 Rekap Hasil Optimasi Spesifikasi Kapal Pada Rute Banyuwangi-Sumbawa

Lampiran 7 Rekap Hasil Optimasi Spesifikasi Kapal Pada Rute Tuban-Biringkassi

Lampiran 8 Rekap Hasil Optimasi Spesifikasi Kapal Pada Rute Banyuwangi-Lampung

Lampiran 9 Rekap Hasil Optimasi Spesifikasi Kapal Pada Rute Tuban-Teluk Bayur

Lampiran 10 Rekap Hasil Optimasi Spesifikasi Kapal Pada Rute Tuban-Ambon

Lampiran 11 Rekap Hasil Optimasi Biaya Pengiriman Pada Rute Banyuwangi-Sumbawa

Lampiran 12 Rekap Hasil Optimasi Biaya Pengiriman Pada Rute Tuban-Biringkassi

Lampiran 13 Rekap Hasil Optimasi Biaya Pengiriman Pada Rute Banyuwangi-Lampung

Lampiran 14 Rekap Hasil Optimasi Biaya Pengiriman Pada Rute Tuban-Teluk Bayur

Lampiran 15 Rekap Hasil Optimasi Biaya Pengiriman Pada Rute Tuban-Ambon

Lampiran 1 Peramalan Volume Permintaan

Biringkassi	
tahun	Total Permintaan semen Curah
2013	93.468
2014	108.997
2015	100.782
2016	109.195
2017	108.127
2018	112.969
2019	112.600
2020	116.958
2021	117.969
2022	120.827

Teluk Bayur	
tahun	Total Permintaan semen Curah
2013	108.776
2014	103.487
2015	94.220
2016	103.067
2017	92.556
2018	90.563
2019	88.525
2020	86.618

2021	81.187
2022	79.885

Ambon	
tahun	Total Permintaan semen Curah
2013	58.745
2014	63.129
2015	70.812
2016	85.771
2017	92.661
2018	101.366
2019	112.245
2020	122.109
2021	130.508
2022	140.709

Sumbawa	
tahun	Total Permintaan semen Sak
2013	67.477
2014	79.981
2015	79.403
2016	83.665
2017	98.887
2018	101.834
2019	107.711
2020	116.735
2021	124.256
2022	129.576

Lampiran 2 Data Rute dan Jarak Pelayaran

DATA DIKETAHUI

No	Pelabuhan	Asal/Tujuan	Volume (ton/thn)		Jenis Angkutan	Kedalaman	IT + WT + AT jam/call	Konsumsi Semen Ton/hari	Max T (m)
			Pengiriman	Permintaan		LWS			
1	Tuban	Asal	2.156.519			-8,3	6	5908	7,2
2	Banjarmasin	Tujuan		258.883	Curah	-7	6	709	5,9
3	Banyuwangi	Tujuan		448.019	Curah	-12,5	6	1227	11,4
4	Biringkassi	Tujuan		201.969	Curah	-9,8	6	553	8,7
5	Teluk Bayur	Tujuan		172.563	Curah	-9	6	473	7,9
6	Ambon	Tujuan		101.366	Curah	-8	6	278	6,9
7	Banyuwangi	Asal	246.063			-12,5	6	674	11,4
8	Sumbawa	Tujuan		101.834	Sak	-9	6	279	7,9
9	Sorong	Tujuan		178.497	Sak	-16	6	489	14,9
10	Lampung	Tujuan		88.182	Sak	-8	6	242	6,9
11	Ciwandan	Asal	280.557			-9	6		7,9
12	Batam	Tujuan		114.056	Sak	-10,2	6	312	9,1
13	Sampit	Tujuan		106.765	Sak	-6,5	6	293	5,4

Rute Pelayaran

No	Rute	Jarak (NM)
1	Tuban-Banjarmasin	569,438
2	Tuban-Banyuwangi	496,544
3	Tuban-Biringkassi	412,645
4	Tuban-Teluk Bayur	848,13
5	Tuban-Ambon	1107,246
6	Banyuwangi-Sumbawa	205,18
7	Banyuwangi-Sorong	896,62
8	Banyuwangi-Lampung	646,168
9	Ciwandan-Batam	575,427
10	Ciwandan-Sampit	725,108

Lampiran 3 Tarif Jasa Pelayanan Kapal

Pelabuhan Banyuwangi			
Jasa Tunda			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
1	Kapal s/d 3500 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 153.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 3,00	Per GT Per Kapal Per Jam
2	Kapal 3501 GT s/d 8000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 327.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 3,00	Per GT Per Kapal Per Jam
3	Kapal 8001 GT s/d 14000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 480.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 3,00	Per GT Per Kapal Per Jam
4	Kapal 14001 GT s/d 18000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 700.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 3,00	Per GT Per Kapal Per Jam
5	Kapal 18001 GT s/d 26000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.180.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 3,00	Per GT Per Kapal Per Jam
6	Kapal 26001 GT s/d 40000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.250.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 3,00	Per GT Per Kapal Per Jam
7	Kapal 40001 GT s/d 75000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.250.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 3,00	Per GT Per Kapal Per Jam
8	Kapal 75000 GT keatas		
	a. Tarif Tetap	Rp1.470.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 3,00	Per GT Per Kapal Per Jam

Labuh dan tambat			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rupiah)	Keterangan
I.	JASA LABUH		
	a. Kapal Niaga	Rp55	Per GT/Kunjungan
	b. Kapal Bukan Niaga	Rp25	Per GT/Kunjungan
II.	JASA TAMBAT		
	a. Dermaga (Beton, Besi dan Kayu)	Rp50	Per GT/Etmal
	b. Breasting Dolphin dan Pelampung	Rp23	Per GT/Etmal
	c. Pinggiran	Rp12	Per GT/Etmal
Pemanduan			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
I.	Angkutan laut dalam negeri		
	a. Tarif Tetap	Rp 108.000	Per Kapal Per Gerakan
	b. Tarif Variabel	Rp 49	Per GT kapal Per gerakan

Pelabuhan Sumbawa

Jasa Tunda			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
1	Kapal s/d 3500 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 320.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
2	Kapal 3501 GT s/d 8000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 600.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
3	Kapal 8001 GT s/d 14000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 900.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
4	Kapal 14001 GT s/d 18000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.300.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
5	Kapal 18001 GT s/d 26000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.900.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
6	Kapal 26001 GT s/d 40000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp2.200.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
7	Kapal 40001 GT s/d 75000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp2.500.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
8	Kapal 75000 GT keatas		
	a. Tarif Tetap	Rp3.000.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam

Labuh dan tambat			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rupiah)	Keterangan
I.	JASA LABUH		
	a. Kapal Niaga	Rp95	Per GT/Kunjungan
	b. Kapal Bukan Niaga	Rp25	Per GT/Kunjungan
II.	JASA TAMBAT		
	a. Dermaga (Beton, Besi dan Kayu)	Rp95	Per GT/Etmal
	b. Breasting Dolphin dan Pelampung	Rp48	Per GT/Etmal
	c. Pinggiran	Rp34	Per GT/Etmal
Pemanduan			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
I.	Angkutan laut dalam negeri		
	a. Tarif Tetap	Rp 150.000	Per Kapal Per Gerakan
	b. Tarif Variabel	Rp 30	Per GT kapal Per gerakan

Pelabuhan Tuban			
Jasa Tunda			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
1	Kapal s/d 3500 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 550.800	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 15	Per GT Per Kapal Per Jam
2	Kapal 3501 GT s/d 8000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.460.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 15	Per GT Per Kapal Per Jam
3	Kapal 8001 GT s/d 14000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.850.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 15	Per GT Per Kapal Per Jam
4	Kapal 14001 GT s/d 18000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp2.450.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 15	Per GT Per Kapal Per Jam
5	Kapal 18001 GT s/d 26000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp3.200.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 15	Per GT Per Kapal Per Jam
6	Kapal 26001 GT s/d 40000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp3.865.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 15	Per GT Per Kapal Per Jam
7	Kapal 40001 GT s/d 75000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp4.250.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 15	Per GT Per Kapal Per Jam
8	Kapal 75000 GT keatas		
	a. Tarif Tetap	Rp4.800.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 15	Per GT Per Kapal Per Jam

Labuh dan tambat			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rupiah)	Keterangan
I.	JASA LABUH		
	a. Kapal Niaga	Rp77	Per GT/Kunjungan
	b. Kapal Bukan Niaga	Rp50	Per GT/Kunjungan
II.	JASA TAMBAT		
	a. Dermaga (Beton, Besi dan Kayu)	Rp64	Per GT/Etmal
	b. Breasting Dolphin dan Pelampung	Rp55	Per GT/Etmal
	c. Pinggiran	Rp30	Per GT/Etmal

Pemanduan			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
I.	Angkutan laut dalam negeri		
	a. Tarif Tetap	Rp 195.500	Per Kapal Per Gerakan
	b. Tarif Variabel	Rp 52	Per GT kapal Per gerakan

Pelabuhan Lampung			
Jasa Tunda			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
1	Kapal s/d 3500 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 320.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
2	Kapal 3501 GT s/d 8000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 600.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
3	Kapal 8001 GT s/d 14000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 900.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
4	Kapal 14001 GT s/d 18000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.300.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
5	Kapal 18001 GT s/d 26000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.900.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
6	Kapal 26001 GT s/d 40000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp2.200.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
7	Kapal 40001 GT s/d 75000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp2.500.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
8	Kapal 75000 GT keatas		
	a. Tarif Tetap	Rp3.000.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam

Labuh dan tambat			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rupiah)	Keterangan
I.	JASA LABUH		
	a. Kapal Niaga	Rp95	Per GT/Kunjungan
	b. Kapal Bukan Niaga		Per GT/Kunjungan
II.	JASA TAMBAT		
	a. Dermaga (Beton, Besi dan Kayu)	Rp95	Per GT/Etmal
	b. Breasting Dolphin dan Pelampung	Rp48	Per GT/Etmal
	c. Pinggiran	Rp34	Per GT/Etmal
Pemanduan			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
I.	Angkutan laut dalam negeri		
	a. Tarif Tetap	Rp 150.000	Per Kapal Per Gerakan
	b. Tarif Variabel	Rp 30	Per GT kapal Per gerakan

Pelabuhan Hirkasski

Jasa Tunda			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
1	Kapal s/d 3500 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 300.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 25	Per GT Per Kapal Per Jam
2	Kapal 3501 GT s/d 8000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 550.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 25	Per GT Per Kapal Per Jam
3	Kapal 8001 GT s/d 14000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 790.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 25	Per GT Per Kapal Per Jam
4	Kapal 14001 GT s/d 18000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.100.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 25	Per GT Per Kapal Per Jam
5	Kapal 18001 GT s/d 26000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.700.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 25	Per GT Per Kapal Per Jam
6	Kapal 26001 GT s/d 40000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 200.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 25	Per GT Per Kapal Per Jam
7	Kapal 40001 GT s/d 75000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp2.500.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 25	Per GT Per Kapal Per Jam
8	Kapal 75000 GT keatas		
	a. Tarif Tetap	Rp2.800.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 25	Per GT Per Kapal Per Jam

Labuh dan tambat			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rupiah)	Keterangan
I.	JASA LABUH		
	a. Kapal Niaga	Rp87	Per GT/Kunjungan
	b. Kapal Bukan Niaga		Per GT/Kunjungan
II.	JASA TAMBAT		
	a. Dermaga (Beton, Besi dan Kayu)	Rp82	Per GT/Etmal
	b. Breasting Dolphin dan Pelampung	Rp39	Per GT/Etmal
	c. Pinggiran	Rp30	Per GT/Etmal
Pemanduan			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
I.	Angkutan laut dalam negeri		
	a. Tarif Tetap	Rp 125.000	Per Kapal Per Gerakan
	b. Tarif Variabel	Rp 32	Per GT kapal Per gerakan

Pelabuhan Teluk Bayur

	Jasa Tunda		
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
1	Kapal s/d 3500 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 320.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
2	Kapal 3501 GT s/d 8000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 600.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
3	Kapal 8001 GT s/d 14000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 900.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
4	Kapal 14001 GT s/d 18000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.300.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
5	Kapal 18001 GT s/d 26000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.900.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
6	Kapal 26001 GT s/d 40000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp2.200.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
7	Kapal 40001 GT s/d 75000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp2.500.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam
8	Kapal 75000 GT keatas		
	a. Tarif Tetap	Rp3.000.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20,00	Per GT Per Kapal Per Jam

	Labuh dan tambat		
No	Jenis Jasa	Tarif (Rupiah)	Keterangan
I.	JASA LABUH		
	a. Kapal Niaga	Rp95	Per GT/Kunjungan
	b. Kapal Bukan Niaga	Rp25	Per GT/Kunjungan
II.	JASA TAMBAT		
	a. Dermaga (Beton, Besi dan Kayu)	Rp95	Per GT/Etmal
	b. Breasting Dolphin dan Pelampung	Rp48	Per GT/Etmal
	c. Pinggiran	Rp34	Per GT/Etmal

	Pemanduan		
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
I.	Angkutan laut dalam negeri		
	a. Tarif Tetap	Rp 150.000	Per Kapal Per Gerakan
	b. Tarif Variabel	Rp 30	Per GT kapal Per gerakan

Pelabuhan Ambon

	Jasa Tunda		
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
1	Kapal s/d 3500 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 320.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
2	Kapal 3501 GT s/d 8000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 600.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
3	Kapal 8001 GT s/d 14000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp 900.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
4	Kapal 14001 GT s/d 18000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.300.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
5	Kapal 18001 GT s/d 26000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp1.900.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
6	Kapal 26001 GT s/d 40000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp2.200.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
7	Kapal 40001 GT s/d 75000 GT		
	a. Tarif Tetap	Rp2.500.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam
8	Kapal 75000 GT keatas		
	a. Tarif Tetap	Rp3.000.000	per kapal per jam
	b. Tarif Variabel	Rp 20	Per GT Per Kapal Per Jam

Labuh dan tambat			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rupiah)	Keterangan
I.	JASA LABUH		
	a. Kapal Niaga	Rp95	Per GT/Kunjungan
	b. Kapal Bukan Niaga		Per GT/Kunjungan
II.	JASA TAMBAT		
	a. Dermaga (Beton, Besi dan Kayu)	Rp95	Per GT/Etmal
	b. Breasting Dolphin dan Pelampung	Rp48	Per GT/Etmal
	c. Pinggiran	Rp34	Per GT/Etmal
Pemanduan			
No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
I.	Angkutan laut dalam negeri		
	a. Tarif Tetap	Rp 150.000	Per Kapal Per Gerakan
	b. Tarif Variabel	Rp 30	Per GT kapal Per gerakan

Lampiran 4 Contoh Perhitungan Biaya Angkutan Semen Pada Kondisi Eksisting (Banyuwangi-Sumbawa)

KM SHANON	
Spesifikasi	
IMO	8 2 1 0 6 8 8
Jenis Kapal	General Cargo
Flag (Registration)	Indonesia
Owner / Manager	PT Bahtera Citra Mandiri
Gross Tonnage	1408
DWT	2827
LPP (m)	64
B (m)	12
H (m)	6,45
T (m)	4,9
Payload	2544,3
Built (year)	1986
Speed (knots)	10

Main Engine

No.	MCR
1.	1440

SFOC (g/kWh)
167

SLOC (g/kWh)
0,15

Auxiliary Engine

Item	MCR
A01	200

Rute Pelayaran
Banyuwangi-Sumbawa
205,18 nm

WAKTU OPERASI

> Seatime

Banyuwangi-Sumbawa	=	21,0 jam
Sumbawa-Banyuwangi	=	19,0 jam
	=	2,00 hari

> Port time

Banyuwangi	=	30 jam
Sumbawa	=	62 jam

> Roundtrip Time

	=	132,0 jam
	=	6,00 hari
Frekuensi	=	41 kali
Max frekuensi	=	55 kali
Total angkutan	=	104316,3 ton

Tipe	DWT	Nilai DWT	T/C Rates
	(ton)		(\$/Day)
Capesize	> 80000	80000	\$ 17.523,00
Panamax	60000 <= x <= 80000	60000	\$ 15.240,00
Supramax	50000 <= x <= 60000	50000	\$ 12.200,00
Handymax	40000 <= x <= 50000	40000	\$ 10.500,00
Handysize	10000 <= x <= 40000	10000	\$ 7.750,00
Handysize	5000 <= x <= 10000	5000	\$ 6.400,00
Handysize	3000 <= x <= 5000	3000	\$ 5.050,00
Handysize	1000 <= x <= 3000	1000	\$ 4.100,00
Handysize	500 <= x <= 1000	500	\$ 3.250,00

Sumber : Clarkson Research Service (Shipping Intelligent Weekly)

Kecepatan Bongkar Muat		
Banyuwangi	100	ton/jam
Sumbawa	45	ton/jam

KM SHANON	
DWT	2827
Intercept	4555,545505
Slope	0,164381124
Rate/Day	\$ 5.100,00

Rate/Trip	\$ 30.600,00
	Rp 16.435.260.000

Port Charges :						
GT Kapal	=		1408,00			
<u>Pelabuhan Banyuwangi</u>		tarif		total		
Jasa Labuh	=	Rp	59	Rp	83.072	/call
Jasa Tambat	=	Rp	72	Rp	101.376	/call
Jasa Pandu						
> Tarif Tetap	=	Rp	200.500	Rp	401.000	/call
> Tarif Variable	=	Rp	60	Rp	168.960	/call
Jasa Tunda Kapal						
> Tarif Tetap	=	Rp	405.800	Rp	12.353.769	/call
> Tarif Variabel	=	Rp	10	Rp	428.637	/call
TOTAL			Rp		13.536.815	/trip
<u>Pelabuhan Sumbawa</u>		tarif		total		
Jasa Labuh	=	Rp	64	Rp	90.112	/call
Jasa Tambat	=	Rp	71	Rp	299.904	/call
Jasa Pandu						
> Tarif Tetap	=	Rp	198.600	Rp	397.200	/call
> Tarif Variable	=	Rp	66	Rp	185.856	/call
Jasa Tunda Kapal						
> Tarif Tetap	=	Rp	280.000	Rp	17.231.200	/call
> Tarif Variabel	=	Rp	9	Rp	779.835	/call
TOTAL			Rp		18.984.107	/trip
Total Port Charges	=		Rp		1.333.357.791	/tahun

Main Engine Shanon				
Fuel Oil				
SFR	=	0,000167	ton/kW h	
MCR	=	1440	kW	
Margin	=	10%	; batas (5% ~ 10%)	
W _{FO}				
	=	SFR·MCR·S/V_S ·(1+Margin)		
	=	10,6	ton	
	=	13226,4	liter	
Parametric design chapter 11, hal. 11-24				
W _{FO}				
	=	(W_FO'+8%·W_FO')/π		
	=	12,03	ton	
		15036	liter	
Auxiliary Engine				
Fuel Oil				
SFR	=	0,00000015	ton/kW h	
MCR	=	200,000	kW	
Margin	=	10%	; batas (5% ~ 10%)	
WFO	=	SFR·MCR·S/V_S ·(1+Margin)		

	=	0,004	ton
	=	5,44	liter
<i>Parametric design chapter 11, hal. 11-24</i>			
W_{FO}			
	=	$(W_{FO}' + \% \cdot W_{FO}') / \pi$	
	=	0,00	ton
		18,6	liter
Fuel Cost			
Main Engine	=	Rp 5.856.649.920	
Aux. Engine	=	Rp 321.419	
Total	=	Rp 5.856.971.339	

Cargo Handling Cost		Rp/ton	Total Biaya
			Rp
Banyuwangi	Rp	10.000	1.018.338.000
			Rp
Sumbawa	Rp	20.000	2.036.676.000

Perhitungan Unit Biaya			
Biaya Kapal	Time Charter Rate	Rp 16.435.260.000	/Tahun
	Voyage Cost	Rp 7.281.131.900	/Tahun
	Cargo Handling Cost	Rp 3.055.014.000	/Tahun
	Total Cost	Rp 26.771.405.900	/Tahun
	Unit Cost	Rp 262.893	/ton
		Rp 13.283	/sak

Lampiran 5 Contoh Hasil Perhitungan Biaya Pengiriman Semen (Kondisi Jarak 205,16 NM, Demand 50.000 ton, Jenis Angkutan Semen Sak *General Cargo*)

No	Pelabuhan	Asal/Tujuan	Volume (ton/thn)
1	Banyuwangi	Asal	50000
2	Sumbawa	Tujuan	

Radius Pelayaran (nautical miles)

	Banyuwangi	Sumbawa
Banyuwangi		205,180
Sumbawa	205,180	

DIMENSI AWAL :

Payload (0)	=	607,00	ton
DWT	=	675,27	ton
LPP	=	44,9	m
B	=	8,8	m
H	=	4,1	m
T	=	2,8	m
GT	=	557,47	m ³
Tmax	=	7,2	m

Roundtrip Time :

> Seatetime		30,0	
Banyuwangi-Sumbawa	=		jam
Sumbawa-Banyuwangi	=	26,0	jam
	=	2,33	hari
> Porttime		12	
Origin	=		jam
	=	0,50	hari
Destination	=	19	jam

	=	0,81	hari
Roundtrip Time	=	87,6	jam
	=	4,00	hari
Frekuensi	=	83	kali
Jumlah Kapal	=	1	kapal
Mauatan/Kapal/Tahun	=	50381	Ton
Maksimum Frekuensi	=	83	kali
Frekuensi Tak Terpakai	=	0	kali
frek. Sebenarnya	=	83,0	kali

			min	max
L/B	=	4,66	4,4	6,75
B/T	=	3,94	2,26	6,15
L/T	=	18,35	12,39	20,43
B/H	=	2,18	1,85	4,71

freeboard = 2,3 >= 1

KOREKSI UKURAN UTAMA KAPAL :

LPP	=	52,62	m
B	=	11,28	m
H	=	5,17	m
T	=	2,87	m
VS	=	5	knot
	=	2,572	m/S

PERBANDINGAN UKURAN UTAMA :

L/B	=	4,663	→	4,4 > L/B > 6,5
-----	---	-------	---	-----------------

B/T	=	3,937	→	1,8 > L/B
L/T	=	18,355	→	11 > L/T 21,3
L/16	=	3,288	→	H > L/16
B/H	=	2,181	→	1,1 > H/T 1,6

L/B	4,66	4,4 > L/B > 6,5	DITERIMA
B/T	3,94	1,8 > L/B > 3	DITERIMA
L/T	18,35	11 > L/T > 21,3	DITERIMA
H>L/16	3,29	H > L/16	DITERIMA
B/H	2,18	1,1 > H/T > 1,6	DITERIMA

PERHITUNGAN FROUDE NUMBER :

LWL	=	104%LPP	g	=
		54,72		
	=		syarat Fn	=
Fn	=	$V_s / \sqrt{g \cdot L}$	ρ	=
	=	0,111	Principle of Naval Arch	
			58	

PERHITUNGAN KOEFISIEN UKURAN UTAMA :

Koefisien Blok (Watson & Gilfillan) :

C_B	=	$-4.22 + 27.8 \sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6 Fn^3$
		(Parametric Ship Design
	=	0,77
		11-11)

Koefisien Luas Midship (Series '60) :

C_M	=	$0.977 + 0.085 (C_B - 0.60)$
		(Parametric Ship Design
	=	0,99
		11-12)

Koefisien Prismatic :

C _x	=	C _m
C _p	=	C _b /C _x

Koefisien Bidang Garis Air ;

$$= 0,77 \quad (\text{Parametric Ship Design ha } 11-10)$$

$$C_{WP} = C_b / (0.471 + (0.551 \cdot C_b))$$

$$= 0,86 \quad (\text{Parametric Ship Design ha } 11-16)$$

Longitudinal Center of Bouyancy :

$$\begin{aligned} \text{a. LCB (\%)} &= \frac{-13,5 + 19,4 \cdot C_p}{C_p} \quad (\text{Parametric Ship Design ha } 11-19) \\ &= 1,49 \quad \% \text{ Lpp} \\ \text{b. LCB dari M} &= \frac{\text{LCB \%} / 100}{\text{LPP}} \\ &= 0,78 \quad \text{m dari M} \\ \text{c. LCB dari AP} &= 0,5 \cdot \text{LPP} + \text{LCBM} \\ &= 27,09 \quad \text{m dari AP} \\ \text{Volume Displasemen} &= \text{Lwl} \cdot \text{B} \cdot \text{T} \cdot \text{Cb} \\ &= 1355,37 \quad \text{m}^3 \\ \text{Displasemen} &= \text{Lwl} \cdot \text{B} \cdot \text{T} \cdot \text{Cb} \cdot \rho \\ &= 1389,26 \quad \text{ton} \end{aligned}$$

UKURAN UTAMA :

LPP	=	52,62	m
LWL	=	54,72	m
B	=	11,28	m
H	=	5,17	m
T	=	2,87	m
Vs	=	2,57	m/s

KOEFISIEN UKURAN

C_B	=
C_M	=
C_P	=
C_{WP}	=
F_n	=
C_{stern}	=
Lcb	=

● C_{Fo}

$$\begin{aligned} R_n &= \text{Reynolds Number} \\ &= (\text{LWL} \cdot \text{Vs}) / (1.18831 \times 10^{-6}) \\ &= 118.437.306,79 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{Fo} &= \text{Koefisien tahanan gesek} \\ &= 0,075 / (\log R_n - 2)^2 \end{aligned}$$

	=	0,002
<i>Principle of Naval Architecture</i> <i>Vol. II hal 90</i>		
● 1+k1		
C	=	$1 + (0.011 \cdot C_{stern})$
	=	1
<i>Principle of Naval Architecture</i> <i>Vol. II hal 91</i>		
L_R/L	=	$(1 - C_P + 0,06 \cdot C_P \cdot LCB) / (4 \cdot C_P - 1)$
	=	0,14
L/L_R	=	7,05
<i>Principle of Naval Architecture</i> <i>Vol. II hal 91</i>		
L_{WL}^3/v	=	$L_{WL}^3 / (L_{WL} \cdot B \cdot T \cdot C_b)$
	=	120,89
1+k1	=	$0,93 + 0,4871 \cdot C \cdot (B/L)^{1,0681} \cdot (T/L)^{0,4611} \cdot (L/L_R)^{0,1216} (L^3/V)^{0,3649} (1 - C_P)$
	=	1,37
<i>Principle of Naval Architecture</i> <i>Vol. II hal 91</i>		

● Wetted Surface Area		
A_{BT}	=	0 ; tanpa bulb
	=	0 m ²
<i>Practical Ship Design Hal. 233</i>		
S	=	Wetted Surface Area
	=	$L(2T + B)C_m^{0.5} (0.453 + 0.4425 C_b - 0.2862 C_m - 0.003467 B/T + 0.3696$
	=	$2.38 A_{BT}/C_b$
	=	752,28 m ²
<i>Principle of Naval Architecture</i> <i>Vol. II hal 91</i>		
● Wetted Surface Area of Appendages (Sapp)		
Srudder	=	$C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 (1,75 \cdot L \cdot T / 100)$
	=	5,28 m ²
(BKI Vol. II section 14 hal 1-2)		
Sbilgekeel	=	$4 \cdot (0.6 \cdot CB \cdot LPP) \cdot (0.18 / (CB - 0.2))$

	=	30,77 m ²
	<i>Watson 1998, hal. 254</i>	
S _{sapp}	=	S _{rudder} + S _{bilgekeel}
	=	36,04 m ²
S _{total}	=	S + S _{sapp}
	=	788,33 m ²
● 1 + k ₂	=	Rentan 1,3 - 1,5 (tabel 25)
	=	(1,4 · S _{rudder} + 1,4 · S _{bilgekeel}) / (S _{rudder} + S _{bilgekeel})
	=	1,4
<i>Principle of Naval Architecture</i> <i>Vol. II hal 92</i>		
● 1 + K	=	1 + k ₁ + [1 + k ₂ – (1 + k ₁)] · S _{sapp} /S _{tot}
	=	1,37
<i>Principle of Naval Architecture</i> <i>Vol. II hal 92</i>		

● C ₁		
B/LWL	=	0,21
C ₄	=	0,21 ; karena 0.11 < B/LWL ≤ 0.25
<i>Principle of Naval Architecture</i> <i>Vol. II hal 92</i>		
T _a	=	2,87 m
T _f	=	2,87 m
i _E	=	125.67 B/L - 162.25C _p ² + 234.32 C _p ³ + 0.1551 (LCB + 6.8 (T _a - T _f)/T _a)
	=	38,40
<i>Principle of Naval Architecture</i> <i>Vol. II hal 93</i>		
d	=	-0,9
C ₁	=	2223105 C ₄ ^{3.7861} (T/B) ^{1.0796} (90 - i _E) ^{-1.3757}
	=	5,65
<i>Principle of Naval Architecture</i> <i>Vol. II hal 92</i>		
● m ₁		
C ₅	=	8.0798 · CP - 13.8673 · CP ² + 6.9844 · CP ³ untuk CP ≤ 0.8
	=	1,19
<i>Principle of Naval Architecture</i> <i>Vol. II hal 92</i>		

	$V^{1/3}/L$	=	0,20	
	m_1	=	$0.01404 L/T - 1.7525V^{1/3}/L - 4.7932 B/L - C_5$	
		=	-2,26	
	λ	=	$1.446 C_p - 0.03 L/B$	untuk $L/B < 12$
		=	0,97	
	<i>Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92</i>			
● m2	L^3/∇	=	117,94	
	C_6	=	-1,69	untuk $L_{WL}^3/V \leq 512$
	m_2	=	$C_6 \cdot 0.4e^{-0.034Fn - 3.29}$	
		=	0,00	
	<i>Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92</i>			
● C2	A_{BT}	=	0	; tanpa bulbous bow
	r_B	=	0	
		=	$0.56 \cdot \sqrt{(A_{BT})}$	
	h_B	=	0	
	i	=	2,87	
	C_2	=	$Tf - h_B - 0.4464 \cdot r_B$	
		=	1	
	A_T	=	0	(tidak memiliki transom)
	<i>Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92</i>			
● C3	C_3	=	$1 - 0.8 AT/(B \cdot T \cdot CM)$	
		=	1	
	<i>Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92</i>			
● R_W/W	RW/W	=	$C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{(m1Fn^d + m2 \cos(\lambda \cdot Fn - 2))}$	

$$= 0,00000$$

Principle of Naval Architecture
Vol. II hal 92

● **C_A** (Correlation Allowance)

$$\begin{aligned} T_f/L_{wl} &= 0,0524 \\ C_A &= 0,006 (L_{WL} + 100)^{-0,16} - 0,00205 \\ &= 0,00063 \quad \text{untuk } T_f/L_{wl} > 0,04 \end{aligned}$$

Principle of Naval Architecture
Vol. II hal 93

● **Buoyancy**

$$\begin{aligned} W &= \text{Disp} \cdot g \\ &= 13628,60 \quad \text{N} \end{aligned}$$

● **Total Resistance**

$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S_{\text{tot}} [C_F (1 + k) + C_A] + R_W/W \cdot W \\ &= 9117,48 \quad \text{N} \\ &= 9,12 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

Principle of Naval Architecture
Vol. II hal 93

$$R_{\text{total}} + 15\% R_{\text{total}} = 10,49 \quad \text{kN}$$

PERHITUNGAN PROPULSI & DAYA MESIN :

INPUT DATA :

$$\begin{aligned} L_{wl} &= 54,72 \\ B &= 11,28 \\ H &= 5,17 \\ T &= 2,87 \\ F_n &= 0,11101018 \\ \text{Vol. Disp.} &= 1355,37 \\ \text{Disp.} &= 1389,26 \\ A_E/A_0 &= 0,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P/D &= \\ D &= \\ z &= \\ n_{\text{rpm}} &= \\ n_{\text{rps}} &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_b &= \\ V_s &= \\ R_T &= \end{aligned}$$

Perhitungan Awal :

$$\begin{aligned} 1+k &= 1,37 \\ C_F &= 0,0020 \\ C_A &= 0,00063 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_V &= (1+k) C_F + C_A \\ &= 0,0034 \end{aligned}$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 162

$$\begin{aligned} w &= 0.3 C_b + 10 C_v C_b - 0.1 \\ &= 0,16 \end{aligned}$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 163

$$t = 0,1 \quad ; \text{thrust deduction friction}$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 163

$$\begin{aligned} V_a &= V (1 - w) \quad ; \text{Speed of Advantages} \\ &= 2,17 \end{aligned}$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 161

Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-27

Effective Horse Power (EHP) :

$$\begin{aligned} P_E &= R_T \cdot v / 1000 \\ &= 26,97 \quad \text{kW} \end{aligned}$$

Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-27

Thrust Horse Power (THP) :

$$\begin{aligned} P_T &= P_E \cdot (1-w) / (1-t) \\ &= 25,29 \quad \text{kW} \end{aligned}$$

Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-29

Propulsive Coefficient Calculation :

$$\begin{aligned} \eta_H &= \text{Hull Efficiency} \\ &= (1 - t) / (1 - w) \quad ; = P_E / P_T \end{aligned}$$

	=	1,07	
Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-29			
η_o	=	Open Water Test Propeller Efficiency	
	=	$(J/(2 \cdot n)) \cdot (KT/KQ)$	(propeller B-series = 0.5 - 0.8)
	=	0,6	
η_r	=	Rotative Efficiency	; Ship Resistance and Propulsion
	=	0,985	Modul 7 hal. 2
η_D	=	Quasi-Propulsive Coefficient	
	=	$\eta_o \eta_r$	(parametric design hal 11-29)
	=	0,591	

Delivered Horse Power (DHP) :

PD	=	Delivered Power at Propeller	
	=	PE/η_D	
	=	45,63 Kw	
Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-29			

Shaft Horse Power (SHP) :

η_s	=	Shaft Efficiency ; (0.981 ~ 0.985)	
	=	0,98	; untuk mesin di after
PS	=	Shaft Power	
	=	PD/η_s	
	=	46,56 Kw	
Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-29			

Brake Horse Power Calculation (BHP) :

η_R	=	Reduction Gear Efficiency	
	=	0,98	
P_{B0}	=	Brake Horse Power (BHP_0)	
	=	PS/η_R	
	=	47,51 Kw	
Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-29			
Koreksi MCR	=	$15\% \cdot P_{B0}$	
PB	=	$115\% \cdot P_{B0}$	
BHP	=	54,64 Kw	

$$= \text{BHP} \cdot 1.3596 \text{ HP}$$

$$= 74,29 \text{ HP}$$

Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-30

PENENTUAN MESIN UTAMA DAN MESIN BANTU :

MCR Mesin ME :

BHP =

=

Mesin :

Merk =

Type =

Daya Mesin Yang Digunakan :

Daya =

=

Konsumsi Bahan Bakar :

SFOC =

=

Konsumsi Pelumas (Oli) :

Cylinder Oil =

MCR Mesin AE :

BHP =

=

Mesin :

Merk =

Type =

Daya Mesin Yang Digunakan :

Daya =

=

Konsumsi Bahan Bakar :

SFOC

=

=

0,

Konsumsi Pelumas (Oli) :

Cylinder Oil

=

BERAT MESIN

Input Data :

D =

4,050

n =

110

Z =

4

AE/AO =

0,40

PD =

46

PB =

298

PERHITUNGAN :

Main Engine

We

=

Berat Mesin Induk

=

1 ton

Auxiliary Engine

Wae

=

Berat Mesin Genset

=

1 ton

Gearbox

$$W_{\text{gear}} = (0.34 \sim 0.4) \left(\frac{P_B}{n} \right)$$

=

1,0 ton

Ship Design for Efficient and Economy Schneekluth Vol 2. hal 175

Shafting

$$\begin{aligned}
 ds &= \text{Diameter Poros Propeller} \\
 &= \left(\frac{P_D}{n} \right)^{1/3} \\
 &= 11.5 \\
 &= 8,6 \text{ cm} \\
 l &= \text{Panjang Poros Propeller} \\
 &= 2,13 \text{ m untuk area di ceruk buritan} \\
 &= 1,8 \text{ m untuk area gangway} \\
 &= 3,93 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \left(\frac{M}{l} \right) &= \text{Berat poros / panjang poros} \\
 &= \left(\frac{P_D}{n} \right)^{2/3} \\
 &= 0.081 \\
 &= 0,0 \text{ ton/m} \\
 M &= \text{Berat Poros Propeller} \\
 &= \left(\frac{M}{l} \right) \\
 &= 0,2 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Ship Design for Efficient and Economy Schneekluth Vol 2. hal 175

Propeller

$$\begin{aligned}
 K &= \text{Koefisien Fixed Propeller} \\
 &= (ds/D) \cdot (1.85 \cdot AE/AO) - ((z-2)/100) \\
 &= -0,004 \\
 W_{prop} &= \text{Berat Propeler} \\
 &= D^3 \cdot K \\
 &= -0,29 \text{ t/m}^3
 \end{aligned}$$

Ship Design for Efficient and Economy Schneekluth Vol 2. hal 175-176

Electrical Units

$$\begin{aligned}
 W_{agg} &= 0.001P (15 + 0.014P) \\
 P &= PB \\
 &= 5,7 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Ship Design for Efficient and Economy Schneekluth Vol 2. hal 176

Other Weight

$$\begin{aligned}
 W_{ot} &= 0,04-0,07 P \\
 &= 20,86 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Ship Design for Efficient and Economy Schneekluth Vol 2. hal 177

$$\begin{aligned}
 \text{Weight Total} &= W_e + W_{ae} + W_{gear} + M + W_{prop} + W_{agg} + W_{ot} \\
 &= 29,37 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Titik Berat Machinery

$$\begin{aligned}
 h_{db} &= \text{Tinggi Double bottom} \\
 &= B/15 \\
 &= 0,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

BKI Vol II. Bab 24 -3.3

$$\begin{aligned}
 KG &= \\
 &= h_{db} + 0,35 \cdot (H - h_{db}) \\
 &= 2,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-25

$$\begin{aligned}
 LCB &= \text{Panjang Ceruk Buritan} \\
 &= 4\% \cdot L_{pp} \\
 &= 2,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 LCG_M &= (-0,5 \cdot L_{pp}) + LCB + 5 \\
 &= -19,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

LCG _{FP}	=	-LCG _m + (0,5.L _{pp})	
	=		45,5 m
BERAT BAJA			
Input Data :			
L	=	52,62 m	
H	=	5,17 m	
B	=	11,28 m	
T	=	2,87 m	
FN	=	0,11	
CSO BC	=	0,07	
CKG BC		0.55-0.58	
PERHITUNGAN :			
Volume Superstructure (V _A)			
1. Volume Forecastle (V _{FC})			
Panjang Forecastle (ℓ _{FC})	=	10,5% · L _{pp}	
	=		5,48 m
Lebar Forecastle (b _{FC})	=	selebar kapal	
	=		11,28 m
Tinggi Forecastle (t _{FC})	=		2,87 m
Volume Forecastle (V _{FC})	=	0.5 · ℓ _{FC} · b _{FC} · t _{FC}	
	=		77,2 m ³
2. Volume Poop (V _{PO})			
Panjang Poop (ℓ _{PO})	=	17,2% · L _{pp}	
	=		9,17 m
Lebar Poop (b _{PO})	=	selebar kapal	
	=		11,28 m
Tinggi Poop (t _{PO})	=		2,87 m
Volume Poop (V _{PO})	=	ℓ _{PO} · b _{PO} · t _{PO}	
	=		255,2 m ³
Volume Superstructure (V _A)			
	=	V _{FC} + V _{PO}	
	=		333,4 m ³
Volume Deck House (V _{DH})			
1. Volume Layer 2 (V _{DH2})			
Panjang Layer 2 (ℓ _{DH2})	=	16,1 % · L	
	=		8,41 m
Lebar Layer 2 (b _{DH2})	=	B - 4	
	=		7,28 m

Tinggi Layer 2 (t_{DH2})	=	2,5
Volume Layer 2 (V_{DH2})	=	$\ell_{DH2} \cdot b_{DH2} \cdot t_{DH2}$
	=	154,27
2. Volume Layer 3 (V_{DH3})		
Panjang Layer 3 (ℓ_{DH3})	=	11,5 % · L
	=	6,05
Lebar Layer 3 (b_{DH3})	=	B - 4
	=	7,28
Tinggi Layer 3 (t_{DH3})	=	2,5
Volume Layer 3 (V_{DH3})	=	$\ell_{DH3} \cdot b_{DH3} \cdot T_{DH3}$
	=	110,19
3. Volume Layer 4 (V_{DH4})		
Panjang Layer 4 (ℓ_{DH4})	=	8,5 % · L
	=	4
Lebar Layer 4 (b_{DH4})	=	B - 4
	=	7,28
Tinggi Layer 4 (t_{DH4})	=	2,5
Volume Layer 4 (V_{DH4})	=	$\ell_{DH4} \cdot b_{DH4} \cdot t_{DH4}$
	=	81,45
4. Volume Anjungan (V_{AN})		
Panjang Anjungan (ℓ_{AN})	=	7 % · L
	=	3,7
Lebar Anjungan (b_{AN})	=	B - 8
	=	3,28
Tinggi Anjungan (t_{AN})	=	3
Volume Anjungan (V_{AN})	=	$\ell_{AN} \cdot b_{AN} \cdot t_{AN}$
		30,24339
Volume Deck House (V_{DH})		
	=	$V_{DH2} + V_{DH3} + V_{DH4}$
	=	376,15
Berat Baja (W_{ST})		
DA	=	Tinggi Kapal Setelah Superstructure dan
	=	
	=	$H + (V_A + V_{DH})$

				6,37
	C_{SO}	=		0,
	Disp.	=	Berat Kapal	
		=		1389,
	U	=		
		=		
			$1,1 \log \left[\frac{\Delta}{100} \right]$	
	C_S	=		
		=	$C_{SO} + 0.06 \cdot e^{0,11}$	
			0,11	
Total Berat Baja				
	W_{ST}	=	$L_{PP} \cdot B \cdot DA \cdot C_S$	
		=		411,
Titik Berat Baja				
	C_{KG}	=	Koefisien KG B	
		=	0,58	
	KG	=	$DA \cdot C_{KG}$	
		=	3,69	
	$LCG(\%)$	=	$-0,15 + LCB(\%)$	
		=	1,338	
	LCG_M	=	$LCG(\%) \cdot L_{PP}$	
		=	0,704	
	LCG_{FP}	=	$0.5 \cdot L_{PP} - LCG_M$	
		=	25,	

PERALATAN & PERLENGKAPAN

Grup III (Accommodation)

The specific volumetric and unit area weights are:

For small and medium sized cargo ships
:
For large cargo ships, large tankers, etc
:
Therefore, for oat, it is used
:

• POOP

$$\begin{aligned} L_{\text{poop}} &= 9,05 \quad \text{m} \\ B_{\text{poop}} &= 11,28 \quad \text{m} \\ A_{\text{poop}} &= 102,12 \quad \text{m}^2 \\ W_{\text{poop}} &= 20,42 \quad \text{ton} \end{aligned}$$

• FORECASTLE

$$\begin{aligned} L_{\text{forecastle}} &= \\ B_{\text{forecastle}} &= \\ A_{\text{forecastle}} &= \\ W_{\text{forecastle}} &= \end{aligned}$$

• DECKHOUSE

Layer II

$$\begin{aligned} L_{\text{DH II}} &= 8,47 \quad \text{m} \\ B_{\text{DH II}} &= 7,28 \quad \text{m} \\ A_{\text{DH II}} &= 61,71 \quad \text{m}^2 \\ W_{\text{DH II}} &= 12,34 \quad \text{ton} \end{aligned}$$

Layer III

$$\begin{aligned} L_{\text{DH III}} &= \\ B_{\text{DH III}} &= \\ A_{\text{DH III}} &= \\ W_{\text{DH III}} &= \end{aligned}$$

Layer IV

$$\begin{aligned} L_{\text{DH IV}} &= 4,47 \quad \text{m} \\ B_{\text{DH IV}} &= 7,28 \quad \text{m} \\ A_{\text{DH IV}} &= 32,58 \quad \text{m}^2 \\ W_{\text{DH IV}} &= 6,52 \quad \text{ton} \end{aligned}$$

Wheel House

$$\begin{aligned} L_{\text{WH}} &= \\ B_{\text{WH}} &= \\ A_{\text{WH}} &= \\ W_{\text{WH}} &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{Group III}} &= 50,52 \quad \text{ton} \end{aligned}$$

Grup IV (Miscellaneous)

-

$$\begin{aligned} C &= (0.18 \text{ ton} / \text{m}^2 < C < 0.26 \text{ ton} / \text{m}^2 \\ &= 0,26 \quad [\text{ton}/\text{m}^2] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{Group IV}} &= (L * B * D)^{2/3} * C \\ &= 54,94 \quad [\text{ton}] \end{aligned}$$

Equipment and Outfitting Total Weight

$$= 105,46 \quad [\text{ton}]$$

Outfit Weight Center Estimation

$$D_A = 6,37 \quad \text{m}$$

$$\begin{aligned} KG_{E\&O} &= 1.02 - 1.08 D_A \\ &= 6,69 \quad \text{m} \end{aligned}$$

1. LCG₁ (25% W_{E&O} at LCG_M)

$$\begin{aligned}
 25\% W_{E\&O} &= 26,365 \\
 Lcb &= 2,631 \text{ m} \\
 LCG_M \text{ dr FP} &= 47,089 \text{ m} \\
 LCG_M &= -20,782 \text{ m} \\
 Lkm &= 10,000 \text{ m}
 \end{aligned}$$

asumsi Lmesin

Layer II

$$\begin{aligned}
 L_{DH \text{ II}} &= 8,471 \text{ m} \\
 W_{DH \text{ II}} &= 7,285 \text{ ton} \\
 LCG_I &= [0,5 \cdot L + (Lkm + Lcb) + 0,5 \cdot l_{deck}] \\
 &= -17,913 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Layer III

$$\begin{aligned}
 L_{DH \text{ III}} &= 6,051 \text{ m} \\
 W_{DH \text{ III}} &= 7,285 \text{ ton} \\
 LCG_{II} &= -16,702 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Layer IV

$$\begin{aligned}
 L_{DH \text{ IV}} &= 4,472 \text{ m} \\
 W_{DH \text{ IV}} &= 7,285 \text{ ton} \\
 LCG_{III} &= -15,913 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Wheelhouse

$$\begin{aligned}
 L_{WH} &= 3,683 \text{ m} \\
 W_{WH} &= 3,285 \text{ ton} \\
 LCG_{IV} &= -15,519 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. LCG_2 (37,5% $W_{E\&O}$ at LCG_{DH})

$$\begin{aligned}
 W_{E\&O \text{ DH}} &= 39,548 \text{ ton} \\
 LCG_{M \text{ DH}} &= -16,670 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3. LCG_3 (37,5% $W_{E\&O}$ at midship)

$$\begin{aligned}
 W_{E\&O \text{ Midship}} &= 39,548 \text{ ton} \\
 \text{midship} &= 0 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 LCG_{E\&O} & \text{ (LCG di belakang midship)} \\
 &= -11,447 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$LCG_{E\&O} \text{ (dari FP)}$$

$$= 37,754 \text{ m}$$

Parametric design chapter 11, hal. 11-25

BERAT CONSUMABLE & CREW

Input

L	=	52,62	m
B	=	11,28	m
H	=	5,17	m
T	=	2,87	m

Jumlah Crew

C_{st}	=	1,2	; Coef. Steward
C_{dk}	=	11,5	; Coef. Deck (1
C_{eng}	=	8,5	; Coef. Engine
cadet	=	2	; Umumnya 2

Jumlah Crew (Z_c)

$$= C_{st} \cdot C_{dk} \cdot ((L_{pp} \cdot B \cdot H \cdot 35) / 10^5)^{(1/6)} + C_{eng} \cdot ((L_{pp} \cdot B \cdot H \cdot 35) / 10^5)^{(1/3)} + \text{cadet}$$

$$= 17,3 \text{ orang}$$

$$= 17 \text{ orang}$$

Modul TMK bab Consumable and Crew

$C_{C\&E}$	=	0,17	ton/orang
$W_{C\&E}$	=	Berat Crew Total	
	=	$Z_c \cdot C_{C\&e}$	
	=	2,89	ton

Parametric design chapter 11, hal. 11-25

Main Engine

Fuel Oil

SFR

$$= \frac{\text{ton}}{\text{kW} \cdot \text{h}}$$

$$= 0,000103$$

MCR

$$= 54,639 \text{ kW}$$

Margin

$$= 10\% ; \text{batas } (5\% \sim 15\%)$$

W_{FO}

$$= \frac{SFR \cdot MCR \cdot S / V_S \cdot (1 + \text{Margin})}{1000}$$

$$= 0,5 \text{ ton}$$

$$= 595,8 \text{ liter}$$

Parametric design chapter 11, hal. 11-24

W_{FO}	=		
	=	$(W_{FO'} + 8\% \cdot W_{FO'}) / \pi$	
	=	677,4	0,54 ton liter

Lubricating Oil

SFR	=		ton/kW
	=	0,00008	hr
MCR	=	298,00	kW
Margin	=	10%	; (5% ~ 10%)
$W_{LO'}$	=		
	=	$SFR \cdot MCR \cdot S / V_s \cdot (1 + Margin)$	
	=	2,02	ton
$W_{LO''}$	=		
	=	$(W_{LO'} + 8\% \cdot W_{LO'}) / \pi$	
	=	2,42	ton
Perhitungan Tambahan Lubricating Oil System ($W_{LO''+}$)			
Lama Berlayar	=	77,00	jam
SFR_+	=	0,000563	
$W_{LO''+}$	=	0,043351	ton
W_{LO}	=	$W_{LO''} + W_{LO''+}$; Ada pen
	=	2,47	ton

Auxiliary Engine

Fuel Oil			
SFR	=		ton/kW
	=	0,000212	h
MCR	=	13,660	kW
Margin	=	10%	; batas (5
W_{FO}	=		
	=	$SFR \cdot MCR \cdot S / V_S \cdot (1 + Margin)$	
	=	0,723	ton
	=	903,69	liter

Parametric design chapter 11, hal. 11-24

W_{FO}	=		
	=	$(W_{FO'} + 8\% \cdot W_{FO'}) / \pi$	

		=	0,82	ton
			1027,4	liter
Fresh Water				
	W_{FW}	=	0,17	ton/orang .
Parametric design chapter 11, hal. 11-24				
	$W_{FWtotal}$	=	9,27	ton
	W_{FW}	=	$W_{FW\ total} + 4\% \cdot W_{FW\ total}$	
		=	9,643	ton
Provision & Store				
	C_{PR}	=		kg/orang
		=	10	hari
		=	0,00041667	ton/ orang
	W_{PR}	=		; Berat Provision
		=	$0,5^{CP \cdot S / Vs \cdot Zc}$	ton
Modul TMK bab Consumable and Crew				
Total Berat Consumable and Crew (W_{cons})				
		=	$W_{LO} + W_{PR} + W_{FW} + W_{DO} + W_{FO}$	
		=	14,02	
1. LWT				
Steel Weight				
W_{ST}	=	411,88	ton	
KG	=		m	
LCG dr FP=			m	
Equipment & Outfitting Weight				
$W_{E\&O}$	=	105,46	ton	
KG _{E&O}	=		m	
LCG dr FP=			m	

Machinery Weight

$W_M = 29,37$ ton
 $KG =$ m
 $LCG \text{ dr FP} =$ m

$LWT = 546,70$ ton

Total Weight

Total weight

$= LWT + DWT = 1389,26$ ton

$KG \text{ Total} =$ m

$LCG \text{ Total (dr FP)} =$ m

$D = 1389,26$ ton

$W = 1389,26$ ton

$\text{Selisih} = 0,00$

$\% \text{selisih} = 0,00\%$

Batasan Hukum fisika

DITERIMA

GROSS TONAGE

Input Data

$H = 5,17$ m
 $T = 2,87$ m
 $V_{PO} = 255,31$ m³
 $V_{FC} = 77,93$ m³
 $V_{DH} = 376,15$ m³
 $\Delta = 1389,256$ ton
 $Z_c = 17$ orang
 $N_1 = 0$ orang
 $N_2 = 0$ orang

Gross Tonnage

$V_U = \frac{\Delta \cdot ((1.25 \cdot H/T) - 0.115)}{123}$

	=	2974,53 m ³
V _H	=	V _{PO} + V _{FC} + V _{DH}
	=	709,39 m ³
V	=	V _U + V _H
	=	3683,92 m ³
K ₁	=	$0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V$
	=	0,27
GT	=	V · K ₁
	=	999,54 m ³

CAPITAL COST :

Perhitungan Harga Kapal			
Input Data			
W _{ST}	=	411,878 Ton	
W _{E&O}	=	105,460 Ton	
W _{ME}	=	29 Ton	
Harga Baja	=	\$ 1.100,00	/ton
Perhitungan Biaya			
1. Structural Cost			
P _{ST}	=	W _{ST} · Harga Baja	
	=	\$ 453.065,99	
2. Outfit Cost			
P _{E&O}	=	W _{E&O} · C _{E&O}	
	=	\$ 116.006,23	
3. Machinery Cost			
P _{ME}	=	W _{ME} · C _{ME}	
	=	\$ 32.301,61	
4. Non-weight Cost			
C _{NW}	=	10%	
P _{NW}	=	C _{NW} · (P _{ST} + P _{E&O} + P _{ME})	
	=	\$ 60.137,38	
Biaya	=	P _{ST} + P _{E&O} + P _{ME} + P _{NW}	
	=	\$ 661.511,21	

Perhitungan Harga				
1. Keuntungan	=	5% · Biaya		
		\$		
	=	33.075,56		
2. Inflasi	=	2% · Biaya		
		\$		
	=	13.230,22		
3. Pajak	=	-9% · Biaya		
		\$		
	=	(59.536,01)		
Harga	=	Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak		
		\$		
	=	648.280,99		
		Rp		
	=	9.075.933.804		
Capital Cost	=			
Harga Kapal	=	Rp	9.075.933.804	rupiah
Tenor	=	10		tahun
Grace Period	=	0		tahun
Umur Ekonomis	=	25		tahun
Prosentasi Pinjaman	=	100		%
	=	Rp	9.075.933.804	
Uang Sendiri	=	0		%
	=	Rp	-	
Suku Bunga	=	10%		tahun
				dari harga
Nilai akhir kapal	=	10%		kapal
	=	Rp	907.593.380,36	
Depresiasi	=	Rp	326.733.616,93	
Angsuran Per Tahun	=	Rp	1.803.800.047,72	
OPERATING COST				
		Rp		
Gaji Crew	=	2.040.000.000,00		/tahun
Jumlah Crew	=	17		Orang
		Rp		
Gaji Per Crew/Bulan	=	10.000.000,00		
		Rp		
Minyak Pelumas	=	98.657,94		
Repair & Maintenance	=	3% dari harga kapal		
		Rp		
	=	272.278.014		/tahun
Asuransi Kapal	=	1,5% dari harga kapal		

		Rp	
	=	136.139.007	/tahun
		Rp	
Supplies Crew	=	50.000,00	/orang/hari
		Rp	
	=	280.500.000,00	/tahun
Dokumen & Administrasi		Rp	
	=	5.000.000,00	/trip
		Rp	
	=	330.000.000,00	
		Rp	
Total Opsional Cost	=	3.059.015.679,11	/tahun

VOYAGE COST :

Fuel Cost :			
1	> Main Engine	=	Rp 6.435.112 /roundtrip
		=	Rp 424.717.367 /tahun
2	> Aux. Engine	=	Rp 14.383.014 /roundtrip
		=	Rp 949.278.913 /tahun
Total		=	Rp 1.373.996.280 /tahun

Port Charges :

Pelabuhan Banguwangi				tarif		total	
1	Jasa Labuh	=	Rp	59	Per GT/Kunjungan	Rp	3.892.224 /call
2	Jasa Tambat						
	Dermaga Beton	=	Rp	72	per GT/Etrmal	Rp	2.687.614 /call
3	Jasa Pandu						
	Tarif Tetap	=	Rp	200.500	per GT/Kapal/Gerakan	Rp	26.466.000 /call
	Tarif Variable	=	Rp	60	per GT/Kapal/Gerakan	Rp	7.916.389 /call
4	Jasa Tunda Kapal	<=	999,54402		GT		
	Tarif Tetap	=	Rp	405.800	per Kapal yang Ditunda/Jam	Rp	53.565.600 /call
	Tarif Variabel	=	Rp	10	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam	Rp	1.319.398 /call
total						Rp	95.847.225,10 /call
						Rp	6.325.916.856,68 /tahun
Pelabuhan Sumbawa				tarif		total	
1	Jasa Labuh	=	Rp	64	Per GT/Kunjungan	Rp	4.222.074 /call
2	Jasa Tambat						
	Dermaga Beton	=	Rp	71	per GT/Etrmal	Rp	4.458.344 /call
3	Jasa Pandu						
	Tarif Tetap	=	Rp	198.600	per GT/Kapal/Gerakan	Rp	26.215.200 /call
	Tarif Variable	=	Rp	66	per GT/Kapal/Gerakan	Rp	8.708.028 /call
4	Jasa Tunda Kapal	<=	999,54402		GT		
	Tarif Tetap	=	Rp	280.000	per Kapal yang Ditunda/Jam	Rp	36.960.000 /call
	Tarif Variabel	=	Rp	9	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam	Rp	1.187.458 /call
total						Rp	81.751.103,67 /call
						Rp	5.395.572.842,41 /tahun
Total Port charges				=		Rp	11.721.489.699 /tahun

Fresh Water Cost :

Consumsi FW	=	0,17	ton/orang . hari
Jumlah Crew	=	17	orang
Parametric design chapter 11, hal. 11-24			
$W_{FWtotal}$	=	9,27	ton
W_{FW}	=	$\frac{W_{FWtotal} + 4\% \cdot W_{FW}}{total}$; terdapat penambahan koreksi 4%
	=	9,643	ton
	=	9643,0	liter
Total Biaya FW	=	Rp 19.729.509,8	/tahun

CARGO HANDLING COST:

Tarif Muat	=	Rp 17.400	/ton
Tarif Bongkar	=	Rp 16.600	/ton
>> Muat	=	Rp 870.487.200	
>> Bongkar	=	Rp 830.464.800	
<u>CHC</u>	=	Rp 1.700.952.000	/tahun

Penalty		5000	USD/day
	Rp 70.000.000		/hari
Cost Akibat tidak beroperasi			
Frek. Berlebih	=		0
Cost	=	Rp 70.000.000	/RTD
Total	=	Rp -	/tahun
penalty	Rp 10.000.000		per ton
	Rp 280.000.000		

Biaya Investasi							
No	Jenis Alat	Jumlah	Satuan	Harga	Total	Umur Ekonomis	Hilang Penyusutan/Tahun
1.	Cement Packer	1	Unit	Rp 2.800.000.000	Rp 2.800.000.000	5	Rp 560.000.000
BIAYA POKOK OPERASI							
Jenis Biaya	Uraian			Harga Satuan	Total		
1. Biaya Listrik							
Konsumsi Listrik	55,4	kwh	417 jam	Rp 1.467 /kwh	Rp 33.863.713	/Tahun	
2. Biaya Pemeliharaan							
oli	5	liter/bulan	12 kali	Rp 125.000	Rp 7.500.000	/Tahun	
Greasing	1	unit	1 bulan	Rp 100.000	Rp 100.000	/Tahun	
Lubricant	2	unit	1 bulan	Rp 500.000	Rp 1.000.000	/Tahun	
3. Biaya SDM Operasi							
Supervisor	1	orang	12 kali	Rp 8.000.000 /bulan	Rp 96.000.000	/Tahun	
Operator	1	orang	12 kali	Rp 3.500.000 /bulan	Rp 42.000.000	/Tahun	
Mekanik	1	orang	12 kali	Rp 5.000.000 /bulan	Rp 60.000.000	/Tahun	
Tunjangan			12 kali	Rp 150.000 /bulan	Rp 1.800.000	/Tahun	
Kehadiran	28		12 kali	Rp 15.000 /bulan	Rp 4.580.000	/Tahun	
TOTAL					Rp 246.943.713	/Tahun	
Biaya pengepakan semen							
Biaya Investasi	Rp	2.800.000.000					
Biaya operasi	Rp	246.943.713					
Total	Rp	3.046.943.713					
Dimensi semen		58.600	ton				
Biaya Total	Rp	460.119	per ton				
Biaya Total per sak semen	Rp	23.006	per sak				

Produktivitas		
Kapasitas packing	170	ton/jam
Muatan semen +	50.000	ton
total jam kerja di	415,67	jam

Produktivitas	
Kapasitas packer	120 ton/jam
Muatan semen	50.000 ton
total jam kerja di	425,92 jam

TOTAL COST:

Capital Cost	Rp 1.803.800.048
Operating Cost	Rp 3.059.015.679
Voyage Cost	Rp 13.115.215.489
Cargo Handling Cost	Rp 1.700.952.000
TOTAL COST	Rp 23.005.932.929
total angkut	50028
Unit cost	Rp 459.861
Unit cost asli	Rp 460.119

Lampiran 6 Rekap Hasil Optimasi Spesifikasi Kapal Pada Rute Banyuwangi-Sumbawa

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	44,878	42,441	40,075	m	LPP	58,659	58,621	42,930	m
B	8,844	8,310	10,789	m	B	13,100	9,285	12,331	m
H	4,076	4,355	3,825	m	H	4,610	4,913	4,883	m
T	2,848	3,162	2,718	m	T	3,238	3,134	3,673	m
Kecepatan	7	7	7	knot	Kecepatan	6	6	6	knot
L/B	5,074	5,107	3,714	m	L/B	4,478	6,313	3,482	m
B/T	3,105	2,629	3,970	m	B/T	4,046	2,963	3,357	m
L/T	15,755	13,424	14,745	m	L/T	18,117	18,705	11,687	m
B/H	2,170	1,908	2,820	m	B/H	2,841	2,015	2,525	m
Freeboard	1,227	1,193	1,107	m	Freeboard	1,373	1,779	1,210	m
GT	557,47	513,19	581,48	ton	GT	1246,94	901,31	904,11	ton
DWT	675,27	674,86	676,47	ton	DWT	1516,60	1004,54	1263,52	ton
Payload	607,00	607,00	608,00	ton	Payload	1364,00	904,00	1137,00	ton
Frekuensi	83	83	83	kali	Frekuensi	55	83	66	kali
Max Frekuensi	83	83	83	kali	Max Frekuensi	55	83	66	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	50381	50381	50464	ton	Total Angkut	75020	75032	75042	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	60,102	70,038	53,792	m	LPP	68,618	54,738	87,928	m
B	15,625	12,728	15,074	m	B	14,857	10,705	15,132	m
H	5,971	6,615	7,287	m	H	6,670	5,557	5,149	m
T	4,002	4,056	4,951	m	T	4,653	4,343	3,585	m
Kecepatan	6	5	5	knot	Kecepatan	6	6	7	knot
L/B	3,847	5,503	3,569	m	L/B	4,618	5,113	5,811	m
B/T	3,904	3,138	3,045	m	B/T	3,193	2,465	4,221	m
L/T	15,019	17,267	10,865	m	L/T	14,747	12,605	24,527	m
B/H	2,617	1,924	2,069	m	B/H	2,227	1,926	2,939	m
Freeboard	1,970	2,559	2,336	m	Freeboard	2,017	1,215	1,564	m
GT	1917,48	1702,21	1844,38	ton	GT	2226,49	1089,27	2388,12	ton
DWT	2316,09	1685,26	2316,43	ton	DWT	2895,28	1674,90	2896,11	ton
Payload	2084,00	1516,00	2084,00	ton	Payload	2605,00	1507,00	2606,00	ton
Frekuensi	48	66	48	kali	Frekuensi	48	83	48	kali
Max Frekuensi	48	66	48	kali	Max Frekuensi	48	83	48	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	100032	100056	100032	ton	Total Angkut	125040	125081	125088	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	81,769	64,044	63,953	m
B	14,698	12,645	21,000	m
H	6,401	5,941	6,966	m
T	4,872	4,065	5,703	m
Kecepatan	8	6	6	knot
L/B	5,563	5,065	3,045	m
B/T	3,017	3,110	3,682	m
L/T	16,783	15,754	11,214	m
B/H	2,296	2,129	3,015	m
Freeboard	1,529	1,875	1,263	m
GT	2667,97	1601,56	3122,69	ton
DWT	3969,07	2011,05	5054,17	ton
Payload	3572,00	1809,00	4548,00	ton
Frekuensi	42	83	33	kali
Max Frekuensi	42	83	33	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	150024	150147	150084	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	58,909	84,704	98,011	m
B	17,688	12,363	14,977	m
H	8,558	6,224	4,701	m
T	3,619	4,144	2,653	m
Kecepatan	7	7	7	knot
L/B	3,331	6,852	6,544	m
B/T	4,887	2,984	5,645	m
L/T	16,278	20,442	36,943	m
B/H	2,067	1,986	3,186	m
Freeboard	4,939	2,080	2,048	m
GT	3087,23	2184,93	2423,21	ton
DWT	2022,15	2678,52	2021,12	ton
Payload	1819,00	2410,00	1819,00	ton
Frekuensi	55	83	55	kali
Max Frekuensi	110	83	110	kali
Jumlah Kapal	2	1	2	kapal
Total Angkut	200090	200030	200090	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	66,483	69,098	85,627	m
B	14,299	16,151	14,660	m
H	6,679	7,237	5,102	m
T	4,628	4,668	3,367	m
Kecepatan	7	7	7	knot
L/B	4,650	4,278	5,841	m
B/T	3,089	3,460	4,354	m
L/T	14,364	14,801	25,430	m
B/H	2,141	2,232	2,873	m
Freeboard	2,050	2,569	1,735	m
GT	2176,34	2770,66	2245,47	ton
DWT	2894,53	3348,88	2525,95	ton
Payload	2605,00	3013,00	2273,00	ton
Frekuensi	48	83	55	kali
Max Frekuensi	95	83	110	kali
Jumlah Kapal	2	1	2	kapal
Total Angkut	250080	250079	250030	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	81,937	78,501	71,734	m
B	16,217	10,747	15,180	m
H	7,673	5,540	7,590	m
T	5,297	4,099	4,907	m
Kecepatan	7	6	8	knot
L/B	5,052	7,305	4,725	m
B/T	3,062	2,622	3,093	m
L/T	15,469	19,152	14,618	m
B/H	2,113	1,940	2,000	m
Freeboard	2,376	1,441	2,683	m
GT	3404,68	1478,12	2833,09	ton
DWT	4508,82	2009,92	3479,20	ton
Payload	4057,00	1808,00	3131,00	ton
Frekuensi	37	83	48	kali
Max Frekuensi	74	165	95	kali
Jumlah Kapal	2	2	2	kapal
Total Angkut	300218	300128	300576	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	73,133	70,083	76,468	m
B	17,682	15,565	15,205	m
H	5,984	7,297	5,994	m
T	4,221	5,061	3,706	m
Kecepatan	7	6	8	knot
L/B	4,136	4,502	5,029	m
B/T	4,189	3,076	4,102	m
L/T	17,327	13,848	20,632	m
B/H	2,955	2,133	2,537	m
Freeboard	1,763	2,236	2,288	m
GT	2717,94	2573,79	2474,78	ton
DWT	4508,82	3367,83	2695,34	ton
Payload	3175,00	3031,00	2425,00	ton
Frekuensi	42	66	55	kali
Max Frekuensi	124	132	165	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	400050	400092	400125	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	88,688	85,879	87,391	m
B	15,517	12,447	14,732	m
H	6,734	5,597	7,413	m
T	5,321	4,578	5,914	m
Kecepatan	8	8	7	knot
L/B	5,716	6,899	5,932	m
B/T	2,916	2,719	2,491	m
L/T	16,669	18,758	14,777	m
B/H	2,304	2,224	1,987	m
Freeboard	1,414	1,018	1,499	m
GT	3189,30	2074,43	3119,63	ton
DWT	5007,56	3347,93	5011,32	ton
Payload	4506,00	3013,00	4510,00	ton
Frekuensi	37	83	37	kali
Max Frekuensi	110	165	110	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	500166	500158	500610	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	46,881	53,989	48,500	m
B	10,415	8,520	10,500	m
H	4,825	4,539	4,881	m
T	3,102	2,617	3,050	m
Kecepatan	5	6	5	knot
L/B	4,501	6,337	4,619	m
B/T	3,358	3,256	3,443	m
L/T	15,115	20,632	15,902	m
B/H	2,159	1,877	2,151	m
Freeboard	1,723	1,922	1,831	m
GT	781,23	713,54	819,59	ton
DWT	842,54	670,51	843,33	ton
Payload	758,00	603,00	758,00	ton
Frekuensi	66	83	66	kali
Max Frekuensi	66	83	66	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	50028	50049	50028	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	58,460	73,311	56,107	m
B	13,030	10,526	12,337	m
H	4,636	5,227	4,927	m
T	3,258	2,670	3,516	m
Kecepatan	6	6	6	knot
L/B	4,487	6,965	4,548	m
B/T	3,999	3,943	3,509	m
L/T	17,942	27,461	15,957	m
B/H	2,811	1,877	2,504	m
Freeboard	1,377	2,558	1,411	m
GT	1241,22	1330,06	1183,50	ton
DWT	1515,79	1005,14	1520,81	ton
Payload	1364,00	904,00	1368,00	ton
Frekuensi	55	83	55	kali
Max Frekuensi	55	83	55	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	75020	75032	75240	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	62,380	75,049	59,796	m
B	15,240	12,622	14,890	m
H	5,941	6,597	7,298	m
T	3,989	4,036	4,807	m
Kecepatan	6	5	5	knot
L/B	4,093	5,946	4,016	m
B/T	3,821	3,128	3,098	m
L/T	15,639	18,596	12,439	m
B/H	2,565	1,913	2,040	m
Freeboard	1,952	2,561	2,491	m
GT	1919,21	1753,55	1970,82	ton
DWT	2315,75	1685,43	2316,29	ton
Payload	2084,00	1516,00	2084,00	ton
Frekuensi	48	66	48	kali
Max Frekuensi	48	66	48	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	100032	100056	100032	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	67,703	53,824	83,886	m
B	14,339	10,853	14,339	m
H	6,596	5,862	5,159	m
T	4,797	4,387	3,821	m
Kecepatan	6	6	7	knot
L/B	4,722	4,959	5,850	m
B/T	2,989	2,474	3,753	m
L/T	14,114	12,270	21,956	m
B/H	2,174	1,852	2,780	m
Freeboard	1,799	1,475	1,338	m
GT	2094,28	1143,20	2159,24	ton
DWT	2895,40	1675,49	2896,37	ton
Payload	2605,00	1507,00	2606,00	ton
Frekuensi	48	83	48	kali
Max Frekuensi	48	83	48	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	125040	125081	125088	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	81,895	70,637	76,263	m	LPP	59,231	82,215	71,735	m
B	15,681	11,527	18,953	m	B	16,256	12,851	14,593	m
H	6,914	5,777	6,647	m	H	8,258	5,982	5,942	m
T	4,834	3,879	5,596	m	T	3,875	4,065	3,301	m
Kecepatan	7	7	6	knot	Kecepatan	6	7	7	knot
L/B	5,223	6,128	4,024	m	L/B	3,644	6,397	4,916	m
B/T	3,244	2,971	3,387	m	B/T	4,195	3,162	4,420	m
L/T	16,941	18,208	13,628	m	L/T	15,285	20,227	21,728	m
B/H	2,268	1,995	2,851	m	B/H	1,969	2,148	2,456	m
Freeboard	2,080	1,897	1,051	m	Freeboard	4,382	1,918	2,641	m
GT	2994,88	1612,88	3092,17	ton	GT	2664,04	2144,37	2186,61	ton
DWT	3969,51	2009,89	5053,42	ton	DWT	2021,28	2679,78	2022,36	ton
Payload	3572,00	1808,00	4548,00	ton	Payload	1819,00	2411,00	1820,00	ton
Frekuensi	42	83	33	kali	Frekuensi	55	83	55	kali
Max Frekuensi	42	83	33	kali	Max Frekuensi	110	83	110	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	2	1	2	kapal
Total Angkut	150024	150064	150084	ton	Total Angkut	200090	200113	200200	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	66,420	66,297	98,244	m	LPP	81,300	78,501	71,836	m
B	14,205	17,292	14,984	m	B	15,298	10,747	15,167	m
H	6,712	7,898	4,964	m	H	7,452	5,540	7,587	m
T	4,660	4,654	3,402	m	T	5,017	4,099	4,902	m
Kecepatan	7	7	7	knot	Kecepatan	7	6	8	knot
L/B	4,676	3,834	6,556	m	L/B	5,314	7,305	4,736	m
B/T	3,048	3,715	4,404	m	B/T	3,050	2,622	3,094	m
L/T	14,255	14,244	28,875	m	L/T	16,206	19,152	14,654	m
B/H	2,116	2,190	3,019	m	B/H	2,053	1,940	1,999	m
Freeboard	2,052	3,243	1,561	m	Freeboard	2,435	1,441	2,685	m
GT	2168,02	3108,39	2514,10	ton	GT	3101,39	1478,12	2833,80	ton
DWT	2895,46	3353,00	2894,85	ton	DWT	3970,35	2009,92	3476,75	ton
Payload	2605,00	3017,00	2605,00	ton	Payload	3573,00	1808,00	3129,00	ton
Frekuensi	48	83	48	kali	Frekuensi	42	83	48	kali
Max Frekuensi	95	83	95	kali	Max Frekuensi	83	165	95	kali
Jumlah Kapal	2	1	2	kapal	Jumlah Kapal	2	2	2	kapal
Total Angkut	250080	250411	250080	ton	Total Angkut	300132	300128	300384	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	72,946	70,068	95,100	m	LPP	89,780	85,074	83,260	m
B	18,932	15,570	12,802	m	B	15,168	12,557	14,267	m
H	6,013	7,299	5,548	m	H	6,679	5,722	6,653	m
T	4,293	5,061	3,569	m	T	5,361	4,597	5,372	m
Kecepatan	6	6	8	knot	Kecepatan	8	8	8	knot
L/B	3,853	4,500	7,429	m	L/B	5,919	6,775	5,836	m
B/T	4,410	3,076	3,587	m	B/T	2,829	2,732	2,656	m
L/T	16,991	13,843	26,644	m	L/T	16,746	18,507	15,499	m
B/H	3,148	2,133	2,307	m	B/H	2,271	2,194	2,144	m
Freeboard	1,720	2,238	1,979	m	Freeboard	1,317	1,126	1,281	m
GT	2772,87	2574,87	2372,73	ton	GT	3123,03	2117,50	2709,12	ton
DWT	3970,35	3368,60	2695,21	ton	DWT	5007,14	3349,89	4413,72	ton
Payload	3176,00	3031,00	2425,00	ton	Payload	4506,00	3014,00	3972,00	ton
Frekuensi	42	66	55	kali	Frekuensi	37	83	42	kali
Max Frekuensi	124	132	165	kali	Max Frekuensi	110	165	124	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal	Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	400176	400092	400125	ton	Total Angkut	500166	500324	500472	ton

Lampiran 7 Rekap Hasil Optimasi Spesifikasi Kapal Pada Rute Tuban-Biringkassi

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	51,300	44,610	64,040	m	LPP	61,750	58,651	61,230	m
B	13,402	10,521	15,087	m	B	14,086	8,749	12,311	m
H	4,905	6,347	7,328	m	H	6,836	5,617	5,603	m
T	3,176	3,977	3,568	m	T	4,284	4,372	4,013	m
Kecepatan	6	6	5	knot	Kecepatan	6	7	7	knot
L/B	3,828	4,240	4,245	m	L/B	4,384	6,704	4,974	m
B/T	4,220	2,645	4,229	m	B/T	3,288	2,001	3,068	m
L/T	16,153	11,216	17,950	m	L/T	14,415	13,414	15,259	m
B/H	2,732	1,658	2,059	m	B/H	2,061	1,658	2,197	m
Freeboard	1,729	2,370	3,760	m	Freeboard	2,552	1,244	1,591	m
GT	1194,72	998,88	2131,37	ton	GT	1978,93	958,89	1464,69	ton
DWT	1324,22	1164,19	1502,82	ton	DWT	2254,26	1515,77	1985,02	ton
Payload	1191,00	1047,00	1352,00	ton	Payload	2028,00	1364,00	1786,00	ton
Frekuensi	42	48	37	kali	Frekuensi	37	55	42	kali
Max Frekuensi	42	48	37	kali	Max Frekuensi	37	55	42	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	50022	50256	50024	ton	Total Angkut	75036	75020	75012	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	72,779	69,799	67,460	m	LPP	78,623	67,738	65,967	m
B	16,518	11,842	14,946	m	B	16,788	10,414	16,224	m
H	6,604	6,257	6,247	m	H	6,667	6,928	7,719	m
T	4,670	4,569	4,909	m	T	5,135	5,282	5,781	m
Kecepatan	6	6	7	knot	Kecepatan	8	7	8	knot
L/B	4,406	5,894	4,514	m	L/B	4,683	6,504	4,066	m
B/T	3,537	2,592	3,044	m	B/T	3,269	1,972	2,806	m
L/T	15,583	15,275	13,741	m	L/T	15,310	12,825	11,411	m
B/H	2,501	1,893	2,392	m	B/H	2,518	1,503	2,102	m
Freeboard	1,933	1,688	1,338	m	Freeboard	1,531	1,646	1,938	m
GT	2589,79	1666,64	2167,61	ton	GT	3061,58	1613,51	2797,31	ton
DWT	3368,65	2316,41	3368,03	ton	DWT	4630,29	2534,10	4213,04	ton
Payload	3031,00	2084,00	3031,00	ton	Payload	4167,00	2280,00	3791,00	ton
Frekuensi	33	48	33	kali	Frekuensi	30	55	33	kali
Max Frekuensi	33	48	33	kali	Max Frekuensi	30	55	33	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	100023	100032	100023	ton	Total Angkut	125010	125400	125103	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	68,574	67,618	99,236	m	LPP	65,455	83,062	87,251	m
B	14,741	14,036	15,937	m	B	18,689	14,328	11,743	m
H	6,244	7,841	7,299	m	H	5,375	6,934	5,797	m
T	5,022	5,477	5,612	m	T	4,325	5,795	3,991	m
Kecepatan	7	7	8	knot	Kecepatan	6	7	8	knot
L/B	4,652	4,817	6,227	m	L/B	3,502	5,797	7,430	m
B/T	2,935	2,563	2,840	m	B/T	4,321	2,473	2,942	m
L/T	13,655	12,345	17,684	m	L/T	15,135	14,334	21,862	m
B/H	2,361	1,790	2,184	m	B/H	3,477	2,066	2,026	m
Freeboard	1,222	2,363	1,687	m	Freeboard	1,050	1,139	1,806	m
GT	2164,81	2496,14	3913,51	ton	GT	2265,27	2726,98	2059,14	ton
DWT	3472,65	3472,88	5953,50	ton	DWT	3369,21	4637,27	2646,31	ton
Payload	3125,00	3125,00	5358,00	ton	Payload	3032,00	4173,00	2381,00	ton
Frekuensi	48	48	28	kali	Frekuensi	33	48	42	kali
Max Frekuensi	48	48	28	kali	Max Frekuensi	66	48	83	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	2	1	2	kapal
Total Angkut	150000	150000	150024	ton	Total Angkut	200112	200304	200004	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	66,588	82,376	59,875	m	LPP	63,904	103,024	99,895	m
B	14,139	12,545	17,357	m	B	14,726	19,175	20,077	m
H	5,167	6,141	6,762	m	H	6,516	10,324	7,596	m
T	3,642	4,783	4,038	m	T	4,769	6,348	5,012	m
Kecepatan	7	6	6	knot	Kecepatan	7	8	8	knot
L/B	4,710	6,566	3,450	m	L/B	4,340	5,373	4,976	m
B/T	3,882	2,623	4,298	m	B/T	3,088	3,021	4,006	m
L/T	18,283	17,221	14,826	m	L/T	13,400	16,230	19,932	m
B/H	2,737	2,043	2,567	m	B/H	2,260	1,857	2,643	m
Freeboard	1,525	1,358	2,723	m	Freeboard	1,747	3,976	2,584	m
GT	1728,69	1973,66	2393,53	ton	GT	2108,67	6802,00	5259,86	ton
DWT	2206,01	2895,33	2503,82	ton	DWT	3009,17	7937,53	6416,81	ton
Payload	1985,00	2605,00	2253,00	ton	Payload	2708,00	7143,00	5775,00	ton
Frekuensi	42	48	37	kali	Frekuensi	37	42	26	kali
Max Frekuensi	124	95	110	kali	Max Frekuensi	110	42	51	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal	Jumlah Kapal	3	1	2	kapal
Total Angkut	250110	250080	250083	ton	Total Angkut	300588	300006	300300	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	95,637	76,495	86,068	m	LPP	93,022	102,160	85,671	m
B	18,781	16,055	17,158	m	B	19,169	16,938	15,101	m
H	8,067	7,231	5,530	m	H	7,379	7,587	5,872	m
T	6,238	5,614	4,488	m	T	6,227	5,512	4,759	m
Kecepatan	6	7	9	knot	Kecepatan	8	7	8	knot
L/B	5,092	4,764	5,016	m	L/B	4,853	6,031	5,673	m
B/T	3,011	2,860	3,823	m	B/T	3,078	3,073	3,173	m
L/T	15,331	13,625	19,177	m	L/T	14,938	18,533	18,002	m
B/H	2,328	2,220	3,103	m	B/H	2,598	2,232	2,572	m
Freeboard	1,829	1,616	1,042	m	Freeboard	1,152	2,075	1,113	m
GT	4258,65	2987,09	2921,20	ton	GT	4503,12	4212,35	2659,44	ton
DWT	3009,17	4631,82	4495,56	ton	DWT	7721,75	5788,64	4209,94	ton
Payload	5556,00	4168,00	4046,00	ton	Payload	6949,00	5209,00	3788,00	ton
Frekuensi	24	48	33	kali	Frekuensi	24	48	33	kali
Max Frekuensi	71	95	99	kali	Max Frekuensi	71	95	132	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal	Jumlah Kapal	3	2	4	kapal
Total Angkut	400032	400128	400554	ton	Total Angkut	500328	500064	500016	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	49,925	44,610	62,717	m	LPP	61,446	58,651	60,030	m
B	13,065	10,521	15,084	m	B	13,715	8,749	12,199	m
H	5,105	6,347	6,992	m	H	5,668	5,617	5,712	m
T	3,313	3,977	3,530	m	T	4,221	4,372	4,113	m
Kecepatan	6	6	5	knot	Kecepatan	6	7	7	knot
L/B	3,821	4,240	4,158	m	L/B	4,480	6,704	4,921	m
B/T	3,943	2,645	4,273	m	B/T	3,249	2,001	2,966	m
L/T	15,067	11,216	17,766	m	L/T	14,557	13,414	14,595	m
B/H	2,559	1,658	2,157	m	B/H	2,420	1,658	2,136	m
Freeboard	1,791	2,370	3,461	m	Freeboard	1,446	1,244	1,599	m
GT	1170,38	998,88	2015,42	ton	GT	1614,38	958,89	1444,62	ton
DWT	1323,94	1164,19	1502,75	ton	DWT	2256,28	1515,77	1985,36	ton
Payload	1191,00	1047,00	1352,00	ton	Payload	2030,00	1364,00	1786,00	ton
Frekuensi	42	48	37	kali	Frekuensi	37	55	42	kali
Max Frekuensi	42	48	37	kali	Max Frekuensi	37	55	42	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	50022	50256	50024	ton	Total Angkut	75110	75020	75012	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	71,673	69,799	82,563	m	LPP	82,327	67,738	81,408	m
B	16,039	11,842	14,979	m	B	17,687	10,414	18,521	m
H	6,687	6,257	6,417	m	H	6,711	6,928	5,841	m
T	4,816	4,569	5,076	m	T	4,930	5,282	4,683	m
Kecepatan	6	6	6	knot	Kecepatan	7	7	7	knot
L/B	4,469	5,894	5,512	m	L/B	4,655	6,504	4,395	m
B/T	3,330	2,592	2,951	m	B/T	3,588	1,972	3,955	m
L/T	14,883	15,275	16,265	m	L/T	16,700	12,825	17,385	m
B/H	2,399	1,893	2,334	m	B/H	2,635	1,503	3,171	m
Freeboard	1,871	1,688	1,341	m	Freeboard	1,782	1,646	1,158	m
GT	2503,26	1666,64	2484,51	ton	GT	3325,10	1613,51	3057,45	ton
DWT	3367,78	2316,41	3705,47	ton	DWT	4635,38	2534,10	4641,88	ton
Payload	3031,00	2084,00	3334,00	ton	Payload	4171,00	2280,00	4177,00	ton
Frekuensi	33	48	30	kali	Frekuensi	30	55	30	kali
Max Frekuensi	33	48	30	kali	Max Frekuensi	30	55	30	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	100023	100032	100020	ton	Total Angkut	125130	125400	125310	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	68,217	67,618	97,716	m	LPP	65,258	83,062	82,028	m
B	14,737	14,036	16,129	m	B	18,703	14,328	15,369	m
H	6,230	7,841	7,008	m	H	5,385	6,934	5,290	m
T	5,039	5,477	5,578	m	T	4,330	5,795	3,795	m
Kecepatan	7	7	8	knot	Kecepatan	6	7	7	knot
L/B	4,629	4,817	6,058	m	L/B	3,489	5,797	5,337	m
B/T	2,924	2,563	2,892	m	B/T	4,319	2,473	4,050	m
L/T	13,537	12,345	17,518	m	L/T	15,072	14,334	21,617	m
B/H	2,366	1,790	2,302	m	B/H	3,473	2,066	2,905	m
Freeboard	1,191	2,363	1,430	m	Freeboard	1,055	1,139	1,495	m
GT	2148,59	2496,14	3764,13	ton	GT	2264,87	2726,98	2335,37	ton
DWT	3472,59	3472,88	5955,14	ton	DWT	3368,34	4637,27	3003,44	ton
Payload	3125,00	3125,00	5359,00	ton	Payload	3031,00	4173,00	2703,00	ton
Frekuensi	48	48	28	kali	Frekuensi	33	48	37	kali
Max Frekuensi	48	48	28	kali	Max Frekuensi	66	48	74	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	2	1	2	kapal
Total Angkut	150000	150000	150052	ton	Total Angkut	200046	200304	200022	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	65,571	82,376	60,409	m	LPP	63,609	103,024	93,126	m
B	14,199	12,545	16,682	m	B	14,554	19,175	19,257	m
H	5,174	6,141	6,682	m	H	6,674	10,324	7,564	m
T	3,669	4,783	4,122	m	T	4,845	6,348	5,101	m
Kecepatan	7	6	6	knot	Kecepatan	7	8	8	knot
L/B	4,618	6,566	3,621	m	L/B	4,371	5,373	4,836	m
B/T	3,869	2,623	4,047	m	B/T	3,004	3,021	3,775	m
L/T	17,870	17,221	14,656	m	L/T	13,128	16,230	18,257	m
B/H	2,744	2,043	2,497	m	B/H	2,181	1,857	2,546	m
Freeboard	1,505	1,358	2,560	m	Freeboard	1,829	3,976	2,463	m
GT	1712,39	1973,66	2284,47	ton	GT	2117,51	6802,00	4697,06	ton
DWT	2205,90	2895,33	2504,12	ton	DWT	3007,12	7937,53	5957,39	ton
Payload	1985,00	2605,00	2253,00	ton	Payload	2706,00	7143,00	5361,00	ton
Frekuensi	42	48	37	kali	Frekuensi	37	42	28	kali
Max Frekuensi	124	95	110	kali	Max Frekuensi	110	42	55	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal	Jumlah Kapal	3	1	2	kapal
Total Angkut	250110	250080	250083	ton	Total Angkut	300366	300006	300216	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	92,360	76,495	99,518	m	LPP	92,690	102,160	84,457	m
B	18,952	16,055	17,027	m	B	19,428	16,938	15,054	m
H	8,071	7,231	5,822	m	H	7,379	7,587	5,937	m
T	6,264	5,614	4,449	m	T	6,174	5,512	4,828	m
Kecepatan	6	7	8	knot	Kecepatan	8	7	8	knot
L/B	4,873	4,764	5,845	m	L/B	4,771	6,031	5,610	m
B/T	3,026	2,860	3,827	m	B/T	3,147	3,073	3,118	m
L/T	14,745	13,625	22,368	m	L/T	15,013	18,533	17,494	m
B/H	2,348	2,220	2,925	m	B/H	2,633	2,232	2,535	m
Freeboard	1,807	1,616	1,373	m	Freeboard	1,205	2,075	1,109	m
GT	4204,85	2987,09	3470,48	ton	GT	4555,33	4212,35	2638,04	ton
DWT	3007,12	4631,82	4944,43	ton	DWT	7717,58	5788,64	4209,68	ton
Payload	5557,00	4168,00	4449,00	ton	Payload	6945,00	5209,00	3788,00	ton
Frekuensi	24	48	30	kali	Frekuensi	24	48	33	kali
Max Frekuensi	71	95	90	kali	Max Frekuensi	71	95	132	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal	Jumlah Kapal	3	2	4	kapal
Total Angkut	400104	400128	400410	ton	Total Angkut	500040	500064	500016	ton

Lampiran 8 Rekap Hasil Optimasi Spesifikasi Kapal Pada Rute Banyuwangi-Lampung

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	56,198	76,766	76,545	m	LPP	66,811	71,500	69,895	m
B	11,920	11,092	14,143	m	B	15,213	11,624	14,390	m
H	4,809	5,835	5,110	m	H	6,870	5,860	5,497	m
T	3,779	4,748	4,110	m	T	4,525	4,170	4,395	m
Kecepatan	7	5	5	knot	Kecepatan	7	7	7	knot
L/B	4,715	6,921	5,412	m	L/B	4,392	6,151	4,857	m
B/T	3,154	2,336	3,441	m	B/T	3,362	2,787	3,274	m
L/T	14,870	16,167	18,624	m	L/T	14,764	17,145	15,904	m
B/H	2,479	1,901	2,768	m	B/H	2,214	1,901	2,618	m
Freeboard	1,030	1,087	1,000	m	Freeboard	2,345	1,690	1,102	m
GT	1132,46	1368,48	1607,35	ton	GT	2402,27	1660,99	1928,43	ton
DWT	1684,92	1985,15	2137,80	ton	DWT	2977,64	2253,96	2977,16	ton
Payload	1516,00	1786,00	1924,00	ton	Payload	2679,00	2028,00	2679,00	ton
Frekuensi	33	28	26	kali	Frekuensi	28	37	28	kali
Max Frekuensi	33	28	26	kali	Max Frekuensi	28	37	28	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	50028	50008	50024	ton	Total Angkut	75012	75036	75012	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	87,576	79,154	72,123	m	LPP	83,733	89,506	77,669	m
B	18,364	14,323	18,213	m	B	17,342	12,232	20,245	m
H	7,591	6,909	7,642	m	H	7,863	6,500	8,781	m
T	5,748	5,413	6,067	m	T	5,847	5,255	6,358	m
Kecepatan	6	6	6	knot	Kecepatan	8	7	7	knot
L/B	4,769	5,526	3,960	m	L/B	4,828	7,317	3,836	m
B/T	3,195	2,646	3,002	m	B/T	2,966	2,327	3,184	m
L/T	15,235	14,624	11,889	m	L/T	14,322	17,031	12,216	m
B/H	2,419	2,073	2,383	m	B/H	2,205	1,882	2,306	m
Freeboard	1,842	1,497	1,576	m	Freeboard	2,017	1,244	2,423	m
GT	3727,90	2446,27	3212,95	ton	GT	3906,53	2320,10	4617,90	ton
DWT	5291,62	3705,31	5051,87	ton	DWT	5788,14	3754,81	6648,07	ton
Payload	4762,00	3334,00	4546,00	ton	Payload	5209,00	3379,00	5983,00	ton
Frekuensi	21	30	22	kali	Frekuensi	24	37	21	kali
Max Frekuensi	21	30	22	kali	Max Frekuensi	24	37	21	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	100002	100020	100012	ton	Total Angkut	125016	125023	125643	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	100,022	76,534	47,995	m	LPP	87,172	62,367	78,041	m
B	19,473	16,550	15,422	m	B	16,056	13,225	20,203	m
H	8,315	7,953	7,011	m	H	6,195	6,630	6,695	m
T	6,900	6,883	5,807	m	T	4,763	5,277	5,289	m
Kecepatan	8	6	7	knot	Kecepatan	7	7	6	knot
L/B	5,136	4,624	3,112	m	L/B	5,429	4,716	3,863	m
B/T	2,822	2,404	2,656	m	B/T	3,371	2,506	3,820	m
L/T	14,496	11,119	8,265	m	L/T	18,303	11,818	14,756	m
B/H	2,342	2,081	2,200	m	B/H	2,592	1,995	3,018	m
Freeboard	1,415	1,070	1,204	m	Freeboard	1,432	1,352	1,406	m
GT	5440,07	3124,19	1735,97	ton	GT	2931,65	1851,13	3403,65	ton
DWT	9260,19	5556,42	2976,77	ton	DWT	4274,79	3004,10	5059,49	ton
Payload	8334,00	5000,00	2679,00	ton	Payload	3847,00	2703,00	4553,00	ton
Frekuensi	18	30	28	kali	Frekuensi	26	37	22	kali
Max Frekuensi	18	30	55	kali	Max Frekuensi	51	74	44	kali
Jumlah Kapal	1	1	2	kapal	Jumlah Kapal	2	2	2	kapal
Total Angkut	150012	150000	150024	ton	Total Angkut	200044	200022	200332	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	94,430	78,197	99,472	m	LPP	73,850	84,365	90,584	m
B	16,497	12,653	17,461	m	B	16,776	14,909	16,890	m
H	6,472	6,955	7,708	m	H	6,377	7,695	5,645	m
T	5,413	5,605	6,284	m	T	4,755	5,364	4,421	m
Kecepatan	8	7	7	knot	Kecepatan	8	8	7	knot
L/B	5,724	6,180	5,697	m	L/B	4,402	5,659	5,363	m
B/T	3,048	2,257	2,779	m	B/T	3,528	2,780	3,820	m
L/T	17,445	13,951	15,830	m	L/T	15,531	15,729	20,489	m
B/H	2,549	1,819	2,265	m	B/H	2,631	1,938	2,992	m
Freeboard	1,059	1,350	1,425	m	Freeboard	1,622	2,331	1,224	m
GT	3476,87	2274,10	4288,81	ton	GT	2767,78	3299,93	2953,30	ton
DWT	5788,24	3754,79	6947,30	ton	DWT	3969,74	4506,61	4275,78	ton
Payload	5209,00	3379,00	6252,00	ton	Payload	3572,00	4055,00	3848,00	ton
Frekuensi	24	37	20	kali	Frekuensi	28	37	26	kali
Max Frekuensi	48	74	39	kali	Max Frekuensi	83	74	77	kali
Jumlah Kapal	2	2	2	kapal	Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	250032	250046	250080	ton	Total Angkut	300048	300070	300144	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	89,822	101,298	88,318	m
B	17,975	13,405	17,859	m
H	8,183	7,640	7,403	m
T	5,709	6,431	5,837	m
Kecepatan	9	8	10	knot
L/B	4,997	7,557	4,945	m
B/T	3,149	2,085	3,060	m
L/T	15,734	15,753	15,131	m
B/H	2,197	1,755	2,412	m
Freeboard	2,474	1,209	1,566	m
GT	4548,87	3425,92	3963,29	ton
DWT	3969,74	6007,67	6184,56	ton
Payload	5557,00	5406,00	5566,00	ton
Frekuensi	24	37	24	kali
Max Frekuensi	71	74	71	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	400104	400044	400752	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	84,425	91,904	107,950	m
B	17,278	13,889	16,297	m
H	6,711	7,215	5,556	m
T	5,354	5,150	4,491	m
Kecepatan	9	9	9	knot
L/B	4,886	6,617	6,624	m
B/T	3,227	2,697	3,629	m
L/T	15,769	17,845	24,038	m
B/H	2,575	1,925	2,933	m
Freeboard	1,358	2,065	1,066	m
GT	3401,76	3161,85	3498,95	ton
DWT	5343,03	4410,76	5343,43	ton
Payload	4808,00	3969,00	4809,00	ton
Frekuensi	26	42	26	kali
Max Frekuensi	102	124	102	kali
Jumlah Kapal	4	3	4	kapal
Total Angkut	500032	500094	500136	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	56,198	76,766	76,545	m
B	11,918	11,092	14,143	m
H	4,809	5,835	5,110	m
T	3,779	4,748	4,110	m
Kecepatan	7	5	5	knot
L/B	4,715	6,921	5,412	m
B/T	3,154	2,336	3,441	m
L/T	14,870	16,167	18,624	m
B/H	2,478	1,901	2,768	m
Freeboard	1,030	1,087	1,000	m
GT	1132,42	1368,48	1607,35	ton
DWT	1684,76	1985,15	2137,80	ton
Payload	1516,00	1786,00	1924,00	ton
Frekuensi	33	28	26	kali
Max Frekuensi	33	28	26	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	50028	50008	50024	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	65,388	71,500	69,895	m
B	15,254	11,624	14,390	m
H	6,940	5,860	5,497	m
T	4,591	4,170	4,395	m
Kecepatan	7	7	7	knot
L/B	4,287	6,151	4,857	m
B/T	3,323	2,787	3,274	m
L/T	14,243	17,145	15,904	m
B/H	2,198	1,901	2,618	m
Freeboard	2,349	1,690	1,102	m
GT	2379,95	1660,99	1928,43	ton
DWT	2977,63	2253,96	2977,16	ton
Payload	2679,00	2028,00	2679,00	ton
Frekuensi	28	37	28	kali
Max Frekuensi	28	37	28	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	75012	75036	75012	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	81,074	79,154	72,123	m
B	19,287	14,323	18,213	m
H	7,254	6,909	7,642	m
T	5,657	5,413	6,067	m
Kecepatan	6	6	6	knot
L/B	4,203	5,526	3,960	m
B/T	3,410	2,646	3,002	m
L/T	14,333	14,624	11,889	m
B/H	2,659	2,073	2,383	m
Freeboard	1,597	1,497	1,576	m
GT	3570,32	2446,27	3212,95	ton
DWT	5291,35	3705,31	5051,87	ton
Payload	4762,00	3334,00	4546,00	ton
Frekuensi	21	30	22	kali
Max Frekuensi	21	30	22	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	100002	100020	100012	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	82,952	89,506	102,296	m
B	17,563	12,232	17,238	m
H	7,661	6,500	8,567	m
T	5,804	5,255	6,400	m
Kecepatan	8	7	7	knot
L/B	4,723	7,317	5,934	m
B/T	3,026	2,327	2,693	m
L/T	14,293	17,031	15,984	m
B/H	2,293	1,882	2,012	m
Freeboard	1,858	1,244	2,167	m
GT	3829,55	2320,10	4770,51	ton
DWT	5788,86	3754,81	6971,85	ton
Payload	5209,00	3379,00	6274,00	ton
Frekuensi	24	37	20	kali
Max Frekuensi	24	37	20	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	125016	125023	125480	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	99,368	76,534	47,995	m	LPP	85,089	62,367	80,100	m
B	18,586	16,550	15,422	m	B	15,526	13,225	16,745	m
H	8,354	7,953	7,011	m	H	6,043	6,630	6,508	m
T	6,621	6,883	5,807	m	T	4,933	5,277	4,884	m
Kecepatan	8	6	7	knot	Kecepatan	7	7	7	knot
L/B	5,346	4,624	3,112	m	L/B	5,481	4,716	4,783	m
B/T	2,807	2,404	2,656	m	B/T	3,147	2,506	3,429	m
L/T	15,008	11,119	8,265	m	L/T	17,248	11,818	16,401	m
B/H	2,225	2,081	2,200	m	B/H	2,569	1,995	2,573	m
Freeboard	1,733	1,070	1,204	m	Freeboard	1,110	1,352	1,624	m
GT	5185,96	3124,19	1735,97	ton	GT	2701,94	1851,13	2978,24	ton
DWT	8334,26	5556,42	2976,77	ton	DWT	4277,58	3004,10	4275,18	ton
Payload	7500,00	5000,00	2679,00	ton	Payload	3849,00	2703,00	3847,00	ton
Frekuensi	20	30	28	kali	Frekuensi	26	37	26	kali
Max Frekuensi	20	30	55	kali	Max Frekuensi	51	74	51	kali
Jumlah Kapal	1	1	2	kapal	Jumlah Kapal	2	2	2	kapal
Total Angkut	150000	150000	150024	ton	Total Angkut	200148	200022	200044	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	94,430	78,197	89,767	m	LPP	73,798	84,365	88,164	m
B	16,497	12,653	17,713	m	B	16,627	14,909	17,151	m
H	6,472	6,955	7,706	m	H	6,312	7,695	5,748	m
T	5,413	5,605	6,309	m	T	4,781	5,364	4,447	m
Kecepatan	8	7	7	knot	Kecepatan	8	8	7	knot
L/B	5,724	6,180	5,068	m	L/B	4,438	5,659	5,141	m
B/T	3,048	2,257	2,808	m	B/T	3,477	2,780	3,857	m
L/T	17,445	13,951	14,229	m	L/T	15,434	15,729	19,825	m
B/H	2,549	1,819	2,299	m	B/H	2,634	1,938	2,984	m
Freeboard	1,059	1,350	1,398	m	Freeboard	1,531	2,331	1,301	m
GT	3476,87	2274,10	4009,53	ton	GT	2712,93	3299,93	2982,12	ton
DWT	5788,24	3754,79	6614,78	ton	DWT	3969,73	4506,61	4275,06	ton
Payload	5209,00	3379,00	5953,00	ton	Payload	3572,00	4055,00	3847,00	ton
Frekuensi	24	37	21	kali	Frekuensi	28	37	26	kali
Max Frekuensi	48	74	42	kali	Max Frekuensi	83	74	77	kali
Jumlah Kapal	2	2	2	kapal	Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	250032	250046	250026	ton	Total Angkut	300048	300070	300066	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	89,359	101,298	84,451	m	LPP	84,425	91,904	104,073	m
B	17,949	13,405	21,000	m	B	17,278	13,889	15,668	m
H	7,898	7,640	6,715	m	H	6,711	7,215	5,946	m
T	5,701	6,431	5,152	m	T	5,354	5,150	4,804	m
Kecepatan	9	8	9	knot	Kecepatan	9	9	9	knot
L/B	4,978	7,557	4,021	m	L/B	4,886	6,617	6,643	m
B/T	3,149	2,085	4,076	m	B/T	3,227	2,697	3,261	m
L/T	15,675	15,753	16,392	m	L/T	15,769	17,845	21,663	m
B/H	2,273	1,755	3,127	m	B/H	2,575	1,925	2,635	m
Freeboard	2,197	1,209	1,563	m	Freeboard	1,358	2,065	1,141	m
GT	4368,22	3425,92	4200,43	ton	GT	3401,76	3161,85	3425,80	ton
DWT	3969,73	6007,67	6179,76	ton	DWT	5343,03	4410,76	5343,34	ton
Payload	5556,00	5406,00	5561,00	ton	Payload	4808,00	3969,00	4809,00	ton
Frekuensi	24	37	24	kali	Frekuensi	26	42	26	kali
Max Frekuensi	71	74	71	kali	Max Frekuensi	102	124	102	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal	Jumlah Kapal	4	3	4	kapal
Total Angkut	400032	400044	400392	ton	Total Angkut	500032	500094	500136	ton

Lampiran 9 Rekap Hasil Optimasi Spesifikasi Kapal Pada Rute Tuban-Teluk Bayur

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	72,258	72,079	65,249	m	LPP	77,265	75,255	96,323	m
B	12,008	11,826	15,149	m	B	14,013	11,749	12,987	m
H	5,707	6,965	6,236	m	H	6,286	5,756	5,952	m
T	4,666	5,662	5,092	m	T	5,171	4,670	4,798	m
Kecepatan	6	5	5	knot	Kecepatan	7	7	7	knot
L/B	6,017	6,095	4,307	m	L/B	5,514	6,405	7,417	m
B/T	2,574	2,089	2,975	m	B/T	2,710	2,516	2,707	m
L/T	15,486	12,731	12,814	m	L/T	14,942	16,116	20,074	m
B/H	2,104	1,698	2,429	m	B/H	2,229	1,698	2,182	m
Freeboard	1,041	1,303	1,144	m	Freeboard	1,115	1,086	1,154	m
GT	1596,41	1642,22	1839,63	ton	GT	2297,90	1719,97	2438,34	ton
DWT	2527,21	2526,43	2778,62	ton	DWT	3790,62	2777,82	3792,87	ton
Payload	2274,00	2273,00	2500,00	ton	Payload	3411,00	2500,00	3413,00	ton
Frekuensi	22	22	20	kali	Frekuensi	22	30	22	kali
Max Frekuensi	22	22	20	kali	Max Frekuensi	22	30	22	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	50028	50006	50000	ton	Total Angkut	75042	75000	75086	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	90,562	75,302	82,434	m	LPP	98,565	92,989	95,967	m
B	15,543	14,339	18,637	m	B	19,522	15,872	16,819	m
H	7,096	8,095	8,457	m	H	8,335	6,923	7,498	m
T	5,984	6,344	6,968	m	T	6,668	5,300	6,494	m
Kecepatan	7	6	6	knot	Kecepatan	7	7	8	knot
L/B	5,827	5,252	4,423	m	L/B	5,049	5,859	5,706	m
B/T	2,598	2,260	2,675	m	B/T	2,928	2,995	2,590	m
L/T	15,135	11,870	11,831	m	L/T	14,782	17,545	14,777	m
B/H	2,190	1,771	2,204	m	B/H	2,342	2,292	2,243	m
Freeboard	1,113	1,751	1,490	m	Freeboard	1,667	1,623	1,004	m
GT	3262,99	2708,53	3964,04	ton	GT	5140,09	3360,13	4082,01	ton
DWT	5556,62	4276,60	6538,32	ton	DWT	8180,25	4961,90	7317,15	ton
Payload	5000,00	3848,00	5884,00	ton	Payload	7362,00	4465,00	6585,00	ton
Frekuensi	20	26	17	kali	Frekuensi	17	28	19	kali
Max Frekuensi	20	26	17	kali	Max Frekuensi	17	28	19	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	100000	100048	100028	ton	Total Angkut	125154	125020	125115	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	75,638	90,050	73,086	m	LPP	82,094	84,033	88,366	m
B	14,150	15,493	15,382	m	B	16,855	15,327	15,035	m
H	5,870	8,211	5,690	m	H	7,606	7,380	7,526	m
T	4,449	6,900	4,532	m	T	6,011	5,665	6,284	m
Kecepatan	8	7	8	knot	Kecepatan	7	6	7	knot
L/B	5,346	5,812	4,752	m	L/B	4,871	5,483	5,877	m
B/T	3,181	2,245	3,394	m	B/T	2,804	2,706	2,392	m
L/T	17,002	13,051	16,126	m	L/T	13,657	14,834	14,061	m
B/H	2,410	1,887	2,703	m	B/H	2,216	2,077	1,998	m
Freeboard	1,421	1,311	1,158	m	Freeboard	1,595	1,715	1,242	m
GT	2198,74	3678,79	2254,47	ton	GT	3495,45	2911,84	3250,24	ton
DWT	3206,59	6417,20	3473,09	ton	DWT	5555,76	4279,06	5555,86	ton
Payload	2885,00	5775,00	3125,00	ton	Payload	5000,00	3851,00	5000,00	ton
Frekuensi	26	26	24	kali	Frekuensi	20	26	20	kali
Max Frekuensi	51	26	48	kali	Max Frekuensi	39	51	39	kali
Jumlah Kapal	2	1	2	kapal	Jumlah Kapal	2	2	2	kapal
Total Angkut	150020	150150	150000	ton	Total Angkut	200000	200252	200000	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	79,560	99,661	84,633	m
B	18,617	13,339	15,019	m
H	6,409	7,270	5,479	m
T	4,625	5,278	4,460	m
Kecepatan	7	8	8	knot
L/B	4,273	7,472	5,635	m
B/T	4,025	2,527	3,368	m
L/T	17,201	18,884	18,978	m
B/H	2,905	1,835	2,741	m
Freeboard	1,784	1,993	1,020	m
GT	3280,30	3247,59	2464,05	ton
DWT	4412,08	4630,12	3859,01	ton
Payload	3970,00	4167,00	3473,00	ton
Frekuensi	21	30	24	kali
Max Frekuensi	62	60	71	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	250110	250020	250056	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	70,973	101,185	85,122	m
B	21,000	15,102	18,970	m
H	6,105	8,222	5,884	m
T	4,751	6,261	4,797	m
Kecepatan	9	7	8	knot
L/B	3,380	6,700	4,487	m
B/T	4,420	2,412	3,955	m
L/T	14,939	16,162	17,745	m
B/H	3,440	1,837	3,224	m
Freeboard	1,354	1,961	1,087	m
GT	3185,34	3957,46	3380,05	ton
DWT	4638,21	5958,71	5293,70	ton
Payload	4174,00	5362,00	4764,00	ton
Frekuensi	24	28	21	kali
Max Frekuensi	71	55	62	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	300528	300272	300132	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	82,104	102,849	80,996	m
B	20,887	16,979	17,081	m
H	6,057	7,740	7,043	m
T	4,907	6,141	5,932	m
Kecepatan	7	9	7	knot
L/B	3,931	6,057	4,742	m
B/T	4,257	2,765	2,880	m
L/T	16,733	16,748	13,655	m
B/H	3,448	2,194	2,425	m
Freeboard	1,150	1,599	1,111	m
GT	3607,33	4642,49	3262,48	ton
DWT	4638,21	7442,37	5566,58	ton
Payload	5000,00	6698,00	5009,00	ton
Frekuensi	20	30	20	kali
Max Frekuensi	78	60	78	kali
Jumlah Kapal	4	2	4	kapal
Total Angkut	400000	401880	400720	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	92,252	109,055	119,095	m
B	19,165	13,129	14,788	m
H	6,961	6,753	6,741	m
T	5,945	5,643	5,713	m
Kecepatan	8	9	9	knot
L/B	4,814	8,306	8,054	m
B/T	3,223	2,327	2,588	m
L/T	15,516	19,326	20,847	m
B/H	2,753	1,944	2,194	m
Freeboard	1,015	1,110	1,028	m
GT	4243,15	3299,55	4065,37	ton
DWT	7313,90	5612,71	6945,60	ton
Payload	6582,00	5051,00	6251,00	ton
Frekuensi	19	33	20	kali
Max Frekuensi	74	99	78	kali
Jumlah Kapal	4	3	4	kapal
Total Angkut	500232	500049	500080	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	72,258	72,079	65,041	m
B	12,008	11,826	15,147	m
H	5,707	6,965	6,226	m
T	4,666	5,662	5,096	m
Kecepatan	6	5	5	knot
L/B	6,017	6,095	4,294	m
B/T	2,574	2,089	2,972	m
L/T	15,486	12,731	12,763	m
B/H	2,104	1,698	2,433	m
Freeboard	1,041	1,303	1,130	m
GT	1596,41	1642,22	1832,90	ton
DWT	2527,21	2526,43	2778,82	ton
Payload	2274,00	2273,00	2500,00	ton
Frekuensi	22	22	20	kali
Max Frekuensi	22	22	20	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	50028	50006	50000	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	77,265	75,255	91,263	m
B	14,013	11,749	16,138	m
H	6,286	5,756	6,713	m
T	5,171	4,670	5,106	m
Kecepatan	7	7	6	knot
L/B	5,514	6,405	5,655	m
B/T	2,710	2,516	3,161	m
L/T	14,942	16,116	17,874	m
B/H	2,229	1,698	2,404	m
Freeboard	1,115	1,086	1,607	m
GT	2297,90	1719,97	3006,52	ton
DWT	3790,62	2777,82	4170,30	ton
Payload	3411,00	2500,00	3753,00	ton
Frekuensi	22	30	20	kali
Max Frekuensi	22	30	20	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	75042	75000	75060	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	88,802	75,302	82,917	m
B	15,699	14,339	19,193	m
H	7,364	8,095	7,753	m
T	6,287	6,344	6,693	m
Kecepatan	7	6	6	knot
L/B	5,656	5,252	4,320	m
B/T	2,497	2,260	2,868	m
L/T	14,125	11,870	12,389	m
B/H	2,132	1,771	2,476	m
Freeboard	1,077	1,751	1,060	m
GT	3348,12	2708,53	3794,98	ton
DWT	5849,79	4276,60	6537,61	ton
Payload	5264,00	3848,00	5883,00	ton
Frekuensi	19	26	17	kali
Max Frekuensi	19	26	17	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	100016	100048	100011	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	94,344	92,989	95,969	m
B	19,362	15,872	16,818	m
H	8,328	6,923	7,497	m
T	6,861	5,300	6,494	m
Kecepatan	7	7	8	knot
L/B	4,873	5,859	5,706	m
B/T	2,822	2,995	2,590	m
L/T	13,751	17,545	14,779	m
B/H	2,325	2,292	2,243	m
Freeboard	1,467	1,623	1,003	m
GT	4908,90	3360,13	4081,33	ton
DWT	8180,93	4961,90	7315,92	ton
Payload	7362,00	4465,00	6584,00	ton
Frekuensi	17	28	19	kali
Max Frekuensi	17	28	19	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	125154	125020	125096	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	75,111	90,050	73,411	m
B	14,143	15,493	15,354	m
H	5,663	8,211	5,663	m
T	4,448	6,900	4,518	m
Kecepatan	8	7	8	knot
L/B	5,311	5,812	4,781	m
B/T	3,180	2,245	3,398	m
L/T	16,886	13,051	16,247	m
B/H	2,497	1,887	2,711	m
Freeboard	1,215	1,311	1,144	m
GT	2111,53	3678,79	2251,05	ton
DWT	3207,66	6417,20	3472,64	ton
Payload	2886,00	5775,00	3125,00	ton
Frekuensi	26	26	24	kali
Max Frekuensi	51	26	48	kali
Jumlah Kapal	2	1	2	kapal
Total Angkut	150072	150150	150000	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	82,075	84,033	78,068	m
B	16,902	15,327	15,465	m
H	7,465	7,380	7,821	m
T	5,981	5,665	6,665	m
Kecepatan	7	6	7	knot
L/B	4,856	5,483	5,048	m
B/T	2,826	2,706	2,320	m
L/T	13,723	14,834	11,714	m
B/H	2,264	2,077	1,977	m
Freeboard	1,484	1,715	1,156	m
GT	3444,94	2911,84	3110,56	ton
DWT	5556,39	4279,06	5556,97	ton
Payload	5000,00	3851,00	5001,00	ton
Frekuensi	20	26	20	kali
Max Frekuensi	39	51	39	kali
Jumlah Kapal	2	2	2	kapal
Total Angkut	200000	200252	200040	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	79,560	99,661	84,633	m
B	18,617	13,339	15,019	m
H	6,409	7,270	5,479	m
T	4,625	5,278	4,460	m
Kecepatan	7	8	8	knot
L/B	4,273	7,472	5,635	m
B/T	4,025	2,527	3,368	m
L/T	17,201	18,884	18,978	m
B/H	2,905	1,835	2,741	m
Freeboard	1,784	1,993	1,020	m
GT	3280,30	3247,59	2464,05	ton
DWT	4412,08	4630,12	3859,01	ton
Payload	3970,00	4167,00	3473,00	ton
Frekuensi	21	30	24	kali
Max Frekuensi	62	60	71	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	250110	250020	250056	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	72,514	101,185	86,157	m
B	19,935	15,102	18,540	m
H	6,169	8,222	5,841	m
T	4,851	6,261	4,834	m
Kecepatan	9	7	8	knot
L/B	3,637	6,700	4,647	m
B/T	4,110	2,412	3,836	m
L/T	14,950	16,162	17,824	m
B/H	3,232	1,837	3,174	m
Freeboard	1,318	1,961	1,007	m
GT	3114,38	3957,46	3312,88	ton
DWT	4633,25	5958,71	5291,70	ton
Payload	4169,00	5362,00	4762,00	ton
Frekuensi	24	28	21	kali
Max Frekuensi	71	55	62	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	300168	300272	300006	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	79,900	102,849	85,260	m	LPP	92,252	109,055	116,731	m
B	20,830	16,979	16,888	m	B	19,165	13,129	14,596	m
H	6,056	7,740	6,851	m	H	6,961	6,753	6,792	m
T	4,998	6,141	5,774	m	T	5,945	5,643	5,641	m
Kecepatan	7	9	7	knot	Kecepatan	8	9	9	knot
L/B	3,836	6,057	5,049	m	L/B	4,814	8,306	7,998	m
B/T	4,168	2,765	2,925	m	B/T	3,223	2,327	2,588	m
L/T	15,988	16,748	14,766	m	L/T	15,516	19,326	20,695	m
B/H	3,439	2,194	2,465	m	B/H	2,753	1,944	2,149	m
Freeboard	1,059	1,599	1,077	m	Freeboard	1,015	1,110	1,151	m
GT	3507,17	4642,49	3289,37	ton	GT	4243,15	3299,55	3966,37	ton
DWT	4633,25	7442,37	5560,56	ton	DWT	7313,90	5612,71	6618,40	ton
Payload	5001,00	6698,00	5004,00	ton	Payload	6582,00	5051,00	5956,00	ton
Frekuensi	20	30	20	kali	Frekuensi	19	33	21	kali
Max Frekuensi	78	60	78	kali	Max Frekuensi	74	99	83	kali
Jumlah Kapal	4	2	4	kapal	Jumlah Kapal	4	3	4	kapal
Total Angkut	400080	401880	400320	ton	Total Angkut	500232	500049	500304	ton

Lampiran 10 Rekap Hasil Optimasi Spesifikasi Kapal Pada Rute Tuban-Ambon

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	71,814	76,551	70,497	m
B	11,774	9,489	16,124	m
H	5,745	6,050	4,854	m
T	4,431	4,770	3,732	m
Kecepatan	8	7	7	knot
L/B	6,099	8,068	4,372	m
B/T	2,657	1,989	4,321	m
L/T	16,207	16,048	18,892	m
B/H	2,049	1,568	3,322	m
Freeboard	1,314	1,280	1,123	m
GT	1673,37	1444,60	1988,97	ton
DWT	2526,73	2316,61	2778,49	ton
Payload	2274,00	2084,00	2500,00	ton
Frekuensi	22	24	20	kali
Max Frekuensi	22	24	20	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	50028	50016	50000	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	78,771	88,177	75,889	m
B	17,071	14,014	16,464	m
H	6,826	7,236	6,108	m
T	5,209	5,811	4,870	m
Kecepatan	7	6	8	knot
L/B	4,614	6,292	4,610	m
B/T	3,277	2,412	3,381	m
L/T	15,123	15,175	15,584	m
B/H	2,501	1,568	2,695	m
Freeboard	1,617	1,426	1,238	m
GT	3117,66	2680,24	2677,12	ton
DWT	4631,22	4167,08	4169,80	ton
Payload	4168,00	3750,00	3752,00	ton
Frekuensi	18	20	20	kali
Max Frekuensi	18	20	20	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	75024	75000	75040	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	81,024	103,688	110,242	m
B	17,583	16,730	17,187	m
H	9,067	7,909	8,767	m
T	6,385	6,127	6,536	m
Kecepatan	8	6	7	knot
L/B	4,608	6,198	6,414	m
B/T	2,754	2,731	2,629	m
L/T	12,689	16,924	16,866	m
B/H	1,939	2,115	1,961	m
Freeboard	2,682	1,782	2,230	m
GT	4373,77	3889,06	5129,02	ton
DWT	6174,34	5555,58	7415,33	ton
Payload	5556,00	5000,00	6673,00	ton
Frekuensi	18	20	15	kali
Max Frekuensi	18	20	15	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	100008	100000	100095	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	69,181	108,396	92,046	m
B	14,215	14,239	12,774	m
H	6,384	7,337	6,215	m
T	4,942	5,680	4,324	m
Kecepatan	8	8	8	knot
L/B	4,867	7,613	7,206	m
B/T	2,876	2,507	2,954	m
L/T	13,999	19,085	21,288	m
B/H	2,227	1,941	2,056	m
Freeboard	1,442	1,658	1,891	m
GT	2160,21	3765,07	2519,27	ton
DWT	3308,82	5788,49	3308,59	ton
Payload	2977,00	5209,00	2977,00	ton
Frekuensi	21	24	21	kali
Max Frekuensi	42	24	42	kali
Jumlah Kapal	2	1	2	kapal
Total Angkut	125034	125016	125034	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	70,675	88,293	83,344	m
B	19,680	14,100	15,831	m
H	5,969	7,290	6,638	m
T	4,478	5,789	4,448	m
Kecepatan	8	6	9	knot
L/B	3,591	6,262	5,264	m
B/T	4,395	2,436	3,560	m
L/T	15,784	15,251	18,739	m
B/H	3,297	1,934	2,385	m
Freeboard	1,492	1,501	2,191	m
GT	2962,53	2719,65	3059,55	ton
DWT	4167,52	4166,79	3791,61	ton
Payload	3750,00	3750,00	3412,00	ton
Frekuensi	20	20	22	kali
Max Frekuensi	39	39	44	kali
Jumlah Kapal	2	2	2	kapal
Total Angkut	150000	150000	150128	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	80,698	73,446	81,032	m
B	20,750	14,638	16,166	m
H	6,404	7,498	5,801	m
T	5,167	5,773	4,547	m
Kecepatan	9	8	7	knot
L/B	3,889	5,017	5,012	m
B/T	4,016	2,536	3,556	m
L/T	15,618	12,722	17,823	m
B/H	3,240	1,952	2,787	m
Freeboard	1,237	1,725	1,255	m
GT	3777,17	2733,41	2620,81	ton
DWT	5886,99	4281,23	3901,20	ton
Payload	5298,00	3853,00	3511,00	ton
Frekuensi	19	26	19	kali
Max Frekuensi	37	51	55	kali
Jumlah Kapal	2	2	3	kapal
Total Angkut	201324	200356	200127	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	87,500	95,106	89,010	m
B	17,112	15,587	14,763	m
H	7,110	7,249	7,086	m
T	4,941	5,735	5,448	m
Kecepatan	8	8	8	knot
L/B	5,113	6,102	6,029	m
B/T	3,464	2,718	2,710	m
L/T	17,711	16,585	16,339	m
B/H	2,407	2,150	2,083	m
Freeboard	2,169	1,515	1,638	m
GT	3694,30	3647,82	3177,48	ton
DWT	4875,56	5787,88	4874,58	ton
Payload	4388,00	5209,00	4387,00	ton
Frekuensi	19	24	19	kali
Max Frekuensi	55	48	55	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	250116	250032	250059	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	94,756	99,218	95,741	m
B	14,448	15,098	19,695	m
H	7,552	7,755	6,623	m
T	5,740	5,859	5,162	m
Kecepatan	10	10	8	knot
L/B	6,558	6,571	4,861	m
B/T	2,517	2,577	3,816	m
L/T	16,507	16,934	18,549	m
B/H	1,913	1,947	2,974	m
Freeboard	1,812	1,896	1,462	m
GT	3495,43	3950,40	4360,00	ton
DWT	5291,16	5954,27	6537,22	ton
Payload	4762,00	5358,00	5883,00	ton
Frekuensi	21	28	17	kali
Max Frekuensi	62	55	50	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	300006	300048	300033	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	93,619	108,365	105,644	m
B	16,084	13,112	18,564	m
H	6,915	6,377	6,627	m
T	5,264	5,361	4,873	m
Kecepatan	10	9	8	knot
L/B	5,821	8,264	5,691	m
B/T	3,055	2,446	3,809	m
L/T	17,784	20,215	21,678	m
B/H	2,326	2,056	2,801	m
Freeboard	1,650	1,017	1,754	m
GT	3579,36	3114,83	4490,62	ton
DWT	5291,16	5292,10	6184,36	ton
Payload	4762,00	4762,00	5565,00	ton
Frekuensi	21	28	18	kali
Max Frekuensi	83	83	70	kali
Jumlah Kapal	4	3	4	kapal
Total Angkut	400008	400008	400680	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	92,731	102,019	98,460	m
B	17,154	12,470	14,308	m
H	6,713	6,332	6,591	m
T	5,623	5,281	5,468	m
Kecepatan	8	10	10	knot
L/B	5,406	8,181	6,882	m
B/T	3,051	2,361	2,617	m
L/T	16,492	19,319	18,008	m
B/H	2,555	1,970	2,171	m
Freeboard	1,091	1,051	1,124	m
GT	3677,92	2756,99	3185,84	ton
DWT	6174,44	4630,55	5292,48	ton
Payload	5556,00	4167,00	4763,00	ton
Frekuensi	18	30	21	kali
Max Frekuensi	87	120	104	kali
Jumlah Kapal	5	4	5	kapal
Total Angkut	500040	500040	500115	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	71,814	76,551	71,976	m	LPP	78,552	88,177	75,889	m
B	11,774	9,489	15,827	m	B	17,100	14,014	16,464	m
H	5,745	6,050	7,004	m	H	6,823	7,236	6,108	m
T	4,431	4,770	4,603	m	T	5,209	5,811	4,870	m
Kecepatan	8	7	6	knot	Kecepatan	7	6	8	knot
L/B	6,099	8,068	4,548	m	L/B	4,594	6,292	4,610	m
B/T	2,657	1,989	3,439	m	B/T	3,282	2,412	3,381	m
L/T	16,207	16,048	15,638	m	L/T	15,079	15,175	15,584	m
B/H	2,049	1,568	2,260	m	B/H	2,506	1,568	2,695	m
Freeboard	1,314	1,280	2,401	m	Freeboard	1,614	1,426	1,238	m
GT	1673,37	1444,60	2590,51	ton	GT	3114,33	2680,24	2677,12	ton
DWT	2526,73	2316,61	3088,93	ton	DWT	4630,06	4167,08	4169,80	ton
Payload	2274,00	2084,00	2780,00	ton	Payload	4167,00	3750,00	3752,00	ton
Frekuensi	22	24	18	kali	Frekuensi	18	20	20	kali
Max Frekuensi	22	24	18	kali	Max Frekuensi	18	20	20	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal	Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	50028	50016	50040	ton	Total Angkut	75006	75000	75040	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	81,075	103,688	109,486	m
B	17,559	16,730	17,472	m
H	9,047	7,909	8,647	m
T	6,387	6,127	6,455	m
Kecepatan	8	6	7	knot
L/B	4,617	6,198	6,266	m
B/T	2,749	2,731	2,707	m
L/T	12,694	16,924	16,961	m
B/H	1,941	2,115	2,021	m
Freeboard	2,660	1,782	2,192	m
GT	4360,65	3889,06	5130,38	ton
DWT	6174,42	5555,58	7411,50	ton
Payload	5556,00	5000,00	6670,00	ton
Frekuensi	18	20	15	kali
Max Frekuensi	18	20	15	kali
Jumlah Kapal	1	1	1	kapal
Total Angkut	100008	100000	100050	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	76,196	108,396	92,046	m
B	14,548	14,239	12,774	m
H	6,759	7,337	6,215	m
T	4,999	5,680	4,324	m
Kecepatan	7	8	8	knot
L/B	5,238	7,613	7,206	m
B/T	2,910	2,507	2,954	m
L/T	15,243	19,085	21,288	m
B/H	2,152	1,941	2,056	m
Freeboard	1,760	1,658	1,891	m
GT	2533,46	3765,07	2519,27	ton
DWT	3659,03	5788,49	3308,59	ton
Payload	3293,00	5209,00	2977,00	ton
Frekuensi	19	24	21	kali
Max Frekuensi	37	24	42	kali
Jumlah Kapal	2	1	2	kapal
Total Angkut	125134	125016	125034	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	67,136	88,293	83,344	m
B	19,680	14,100	15,831	m
H	6,151	7,290	6,638	m
T	4,691	5,789	4,448	m
Kecepatan	8	6	9	knot
L/B	3,411	6,262	5,264	m
B/T	4,195	2,436	3,560	m
L/T	14,311	15,251	18,739	m
B/H	3,199	1,934	2,385	m
Freeboard	1,460	1,501	2,191	m
GT	2873,49	2719,65	3059,55	ton
DWT	4166,82	4166,79	3791,61	ton
Payload	3750,00	3750,00	3412,00	ton
Frekuensi	20	20	22	kali
Max Frekuensi	39	39	44	kali
Jumlah Kapal	2	2	2	kapal
Total Angkut	150000	150000	150128	ton

Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	80,698	73,446	81,032	m
B	20,750	14,638	16,166	m
H	6,404	7,498	5,801	m
T	5,167	5,773	4,547	m
Kecepatan	9	8	7	knot
L/B	3,889	5,017	5,012	m
B/T	4,016	2,536	3,556	m
L/T	15,618	12,722	17,823	m
B/H	3,240	1,952	2,787	m
Freeboard	1,237	1,725	1,255	m
GT	3777,17	2733,41	2620,81	ton
DWT	5886,99	4281,23	3901,20	ton
Payload	5298,00	3853,00	3511,00	ton
Frekuensi	19	26	19	kali
Max Frekuensi	37	51	55	kali
Jumlah Kapal	2	2	3	kapal
Total Angkut	201324	200356	200127	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	83,183	95,106	88,208	m	LPP	95,674	99,218	93,301	m
B	16,445	15,587	14,353	m	B	14,349	15,098	19,234	m
H	6,934	7,249	7,077	m	H	7,243	7,755	6,618	m
T	5,245	5,735	5,600	m	T	5,900	5,859	5,346	m
Kecepatan	8	8	8	knot	Kecepatan	10	10	8	knot
L/B	5,058	6,102	6,145	m	L/B	6,667	6,571	4,851	m
B/T	3,135	2,718	2,563	m	B/T	2,432	2,577	3,598	m
L/T	15,860	16,585	15,751	m	L/T	16,216	16,934	17,453	m
B/H	2,372	2,150	2,028	m	B/H	1,981	1,947	2,906	m
Freeboard	1,689	1,515	1,478	m	Freeboard	1,343	1,896	1,272	m
GT	3281,35	3647,82	3047,37	ton	GT	3364,74	3950,40	4138,11	ton
DWT	4879,52	5787,88	4875,02	ton	DWT	5556,80	5954,27	6536,94	ton
Payload	4391,00	5209,00	4387,00	ton	Payload	5001,00	5358,00	5883,00	ton
Frekuensi	19	24	19	kali	Frekuensi	20	28	17	kali
Max Frekuensi	55	48	55	kali	Max Frekuensi	59	55	50	kali
Jumlah Kapal	3	2	3	kapal	Jumlah Kapal	3	2	3	kapal
Total Angkut	250287	250032	250059	ton	Total Angkut	300060	300048	300033	ton

Spesifikasi Kapal					Spesifikasi Kapal				
Jenis Kapal	GC	CC	SPB		Jenis Kapal	GC	CC	SPB	
LPP	93,695	108,365	100,983	m	LPP	92,731	102,019	99,497	m
B	16,071	13,112	19,424	m	B	17,154	12,470	21,000	m
H	6,864	6,377	6,493	m	H	6,713	6,332	6,727	m
T	5,257	5,361	5,029	m	T	5,623	5,281	5,431	m
Kecepatan	10	9	8	knot	Kecepatan	8	10	10	knot
L/B	5,830	8,264	5,199	m	L/B	5,406	8,181	4,738	m
B/T	3,057	2,446	3,863	m	B/T	3,051	2,361	3,867	m
L/T	17,822	20,215	20,081	m	L/T	16,492	19,319	18,322	m
B/H	2,341	2,056	2,991	m	B/H	2,555	1,970	3,122	m
Freeboard	1,607	1,017	1,465	m	Freeboard	1,091	1,051	1,296	m
GT	3555,57	3114,83	4435,09	ton	GT	3677,92	2756,99	4949,80	ton
DWT	5556,80	5292,10	6539,73	ton	DWT	6174,44	4630,55	7732,44	ton
Payload	4762,00	4762,00	5885,00	ton	Payload	5556,00	4167,00	6959,00	ton
Frekuensi	21	28	17	kali	Frekuensi	18	30	18	kali
Max Frekuensi	83	83	66	kali	Max Frekuensi	87	120	70	kali
Jumlah Kapal	4	3	4	kapal	Jumlah Kapal	5	4	4	kapal
Total Angkut	400008	400008	400180	ton	Total Angkut	500040	500040	501048	ton

Lampiran 11 Rekap Hasil Optimasi Biaya Pengiriman Pada Rute Banyuwangi-Sumbawa

Table 5-7 Rangkuman biaya pengiriman semen sak GC dengan pabrik kemas pada rute 1

Demand	Opsi pengiriman 1				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 182.281,98	Rp9.114,10	/sak
75.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 147.227,89	Rp7.361,39	/sak
100.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 135.887,84	Rp6.794,39	/sak
125.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 159.996,39	Rp7.999,82	/sak
150.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 160.474,60	Rp8.023,73	/sak
200.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 145.808,14	Rp7.290,41	/sak
250.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 164.258,46	Rp8.212,92	/sak
300.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 163.045,60	Rp8.152,28	/sak
400.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 168.171,24	Rp8.408,56	/sak
500.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 175.423,21	Rp8.771,16	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 100.000 ton dengan unit biaya 135.887 rupiah per ton.

Tabel 5-8 Rangkuman biaya pengiriman semen curah dengan pabrik kemas pada rute 1

Demand	Opsi pengiriman 2				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Curah	Cement Carrier	Rp 171.715,23	Rp8.585,76	/sak
75.000	Curah	Cement Carrier	Rp 139.511,04	Rp6.975,55	/sak
100.000	Curah	Cement Carrier	Rp 124.076,97	Rp6.203,85	/sak
125.000	Curah	Cement Carrier	Rp 125.838,79	Rp6.291,94	/sak
150.000	Curah	Cement Carrier	Rp 135.340,05	Rp6.767,00	/sak
200.000	Curah	Cement Carrier	Rp 124.297,00	Rp6.214,85	/sak
250.000	Curah	Cement Carrier	Rp 107.816,24	Rp5.390,81	/sak
300.000	Curah	Cement Carrier	Rp 102.342,56	Rp5.117,13	/sak
400.000	Curah	Cement Carrier	Rp 112.198,10	Rp5.609,91	/sak
500.000	Curah	Cement Carrier	Rp 107.749,25	Rp5.387,46	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 300.000 ton dengan unit biaya 102.342 rupiah per ton.

Tabel 5-9 Rangkuman biaya pengiriman semen sak SPB dengan pabrik kemas pada rute 1

Demand	Opsi pengiriman 3				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	SPB	Rp 186.780,32	Rp9.339,02	/sak

75.000	Semen Sak	SPB	Rp 154.314,97	Rp7.715,75	/sak
100.000	Semen Sak	SPB	Rp 133.396,68	Rp6.669,83	/sak
125.000	Semen Sak	SPB	Rp 155.464,84	Rp7.773,24	/sak
150.000	Semen Sak	SPB	Rp 156.670,60	Rp7.833,53	/sak
200.000	Semen Sak	SPB	Rp 141.328,81	Rp7.066,44	/sak
250.000	Semen Sak	SPB	Rp 163.087,50	Rp8.154,37	/sak
300.000	Semen Sak	SPB	Rp 153.859,67	Rp7.692,98	/sak
400.000	Semen Sak	SPB	Rp 159.721,87	Rp7.986,09	/sak
500.000	Semen Sak	SPB	Rp 182.115,29	Rp9.105,76	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 100.000 ton dengan unit biaya 133.396 rupiah per ton.

Tabel 5-4 Rangkuman biaya pengiriman semen sak GC tanpa pabrik kemas pada rute 1

Demand	Opsi pengiriman 1				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 238.281,98	Rp11.914,10	/sak
75.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 184.561,22	Rp9.228,06	/sak
100.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 163.887,84	Rp8.194,39	/sak
125.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 182.396,39	Rp9.119,82	/sak
150.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 179.141,27	Rp8.957,06	/sak
200.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 159.808,14	Rp7.990,41	/sak
250.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 175.458,46	Rp8.772,92	/sak
300.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 172.378,93	Rp8.618,95	/sak
400.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 175.171,24	Rp8.758,56	/sak
500.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 181.023,21	Rp9.051,16	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 400.000 ton dengan unit biaya 172.378 rupiah per ton.

Tabel 5-5 Rangkuman biaya pengiriman semen curah tanpa pabrik kemas pada rute 1

Demand	Opsi pengiriman 2				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Curah	Cement Carrier	Rp 227.715,23	Rp11.385,76	/sak
75.000	Curah	Cement Carrier	Rp 176.844,37	Rp8.842,22	/sak
100.000	Curah	Cement Carrier	Rp 152.076,97	Rp7.603,85	/sak
125.000	Curah	Cement Carrier	Rp 148.238,79	Rp7.411,94	/sak
150.000	Curah	Cement Carrier	Rp 154.006,71	Rp7.700,34	/sak
200.000	Curah	Cement Carrier	Rp 138.297,00	Rp6.914,85	/sak
250.000	Curah	Cement Carrier	Rp 119.016,24	Rp5.950,81	/sak
300.000	Curah	Cement Carrier	Rp 111.675,89	Rp5.583,79	/sak
400.000	Curah	Cement Carrier	Rp 119.198,10	Rp5.959,91	/sak
500.000	Curah	Cement Carrier	Rp 113.349,25	Rp5.667,46	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 300.000 ton dengan unit biaya 111.675 rupiah per ton.

Table 5-6 Rangkuman biaya pengiriman semen sak SPB tanpa pabrik kemas pada rute 1

Demand	Opsi pengiriman 3				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	SPB	Rp 242.780,32	Rp12.139,02	/sak
75.000	Semen Sak	SPB	Rp 191.648,31	Rp9.582,42	/sak
100.000	Semen Sak	SPB	Rp 161.396,68	Rp8.069,83	/sak
125.000	Semen Sak	SPB	Rp 177.864,84	Rp8.893,24	/sak
150.000	Semen Sak	SPB	Rp 175.337,27	Rp8.766,86	/sak
200.000	Semen Sak	SPB	Rp 155.328,81	Rp7.766,44	/sak
250.000	Semen Sak	SPB	Rp 174.287,50	Rp8.714,37	/sak
300.000	Semen Sak	SPB	Rp 163.193,00	Rp8.159,65	/sak
400.000	Semen Sak	SPB	Rp 166.721,87	Rp8.336,09	/sak
500.000	Semen Sak	SPB	Rp 187.715,29	Rp9.385,76	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 100.000 ton dengan unit biaya 161.369 rupiah per ton.

Lampiran 12 Rekap Hasil Optimasi Biaya Pengiriman Pada Rute Tuban-Biringkassi

Tabel 5-10 Rangkuman biaya pengiriman semen sak GC tanpa pabrik kemas pada rute 2

Demand	Opsi pengiriman 1				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 278.027,30	Rp13.901,37	/sak
75.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 240.446,32	Rp12.022,32	/sak
100.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 231.459,30	Rp11.572,97	/sak
125.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 228.990,70	Rp11.449,53	/sak
150.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 224.268,05	Rp11.213,40	/sak
200.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 225.093,81	Rp11.254,69	/sak
250.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 215.431,81	Rp10.771,59	/sak
300.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 217.625,86	Rp10.881,29	/sak
400.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 233.793,87	Rp11.689,69	/sak
500.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 257.074,71	Rp12.853,74	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 250.000 ton dengan unit biaya 215.431 rupiah per ton.

Tabel 5-11 Rangkuman biaya pengiriman semen curah tanpa pabrik kemas pada rute 2

Demand	Opsi pengiriman 2				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	

50.000	Curah	Cement Carrier	Rp 260.090,36	Rp13.004,52	/sak
75.000	Curah	Cement Carrier	Rp 214.987,34	Rp10.749,37	/sak
100.000	Curah	Cement Carrier	Rp 174.380,99	Rp8.719,05	/sak
125.000	Curah	Cement Carrier	Rp 192.811,75	Rp9.640,59	/sak
150.000	Curah	Cement Carrier	Rp 187.244,97	Rp9.362,25	/sak
200.000	Curah	Cement Carrier	Rp 165.719,13	Rp8.285,96	/sak
250.000	Curah	Cement Carrier	Rp 151.616,77	Rp7.580,84	/sak
300.000	Curah	Cement Carrier	Rp 174.928,84	Rp8.746,44	/sak
400.000	Curah	Cement Carrier	Rp 159.293,61	Rp7.964,68	/sak
500.000	Curah	Cement Carrier	Rp 184.987,42	Rp9.249,37	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 250.000 ton dengan unit biaya 151.616 rupiah per ton.

Tabel 5-12 Rangkuman biaya pengiriman semen sak SPB tanpa pabrik kemas pada rute 2

Demand	Opsi pengiriman 3				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	SPB	Rp 281.049,90	Rp14.052,50	/sak
75.000	Semen Sak	SPB	Rp 221.901,38	Rp11.095,07	/sak
100.000	Semen Sak	SPB	Rp 232.202,23	Rp11.610,11	/sak
125.000	Semen Sak	SPB	Rp 216.260,04	Rp10.813,00	/sak
150.000	Semen Sak	SPB	Rp 230.022,41	Rp11.501,12	/sak
200.000	Semen Sak	SPB	Rp 200.145,27	Rp10.007,26	/sak
250.000	Semen Sak	SPB	Rp 192.435,03	Rp9.621,75	/sak
300.000	Semen Sak	SPB	Rp 203.714,28	Rp10.185,71	/sak
400.000	Semen Sak	SPB	Rp 201.912,44	Rp10.095,62	/sak
500.000	Semen Sak	SPB	Rp 226.829,59	Rp11.341,48	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 250.000 ton dengan unit biaya 192.435 rupiah per ton.

Tabel 5-13 Rangkuman biaya pengiriman semen sak GC dengan pabrik kemas pada rute 2

Demand	Opsi pengiriman 1				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 222.027,30	Rp11.101,37	/sak
75.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 203.112,98	Rp10.155,65	/sak
100.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 203.459,30	Rp10.172,97	/sak
125.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 206.590,70	Rp10.329,53	/sak
150.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 205.601,39	Rp10.280,07	/sak
200.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 211.093,81	Rp10.554,69	/sak
250.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 204.231,81	Rp10.211,59	/sak
300.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 208.292,53	Rp10.414,63	/sak
400.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 226.793,87	Rp11.339,69	/sak

500.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 251.474,71	Rp12.573,74	/sak
---------	-----------	---------------	---------------	-------------	------

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 75.000 ton dengan unit biaya 203.112 rupiah per ton.

Tabel 5-14 Rangkuman biaya pengiriman semen curah dengan pabrik kemas pada rute 2

Demand	Opsi pengiriman 2				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Curah	Cement Carrier	Rp 204.090,36	Rp10.204,52	/sak
75.000	Curah	Cement Carrier	Rp 177.654,01	Rp8.882,70	/sak
100.000	Curah	Cement Carrier	Rp 146.380,99	Rp7.319,05	/sak
125.000	Curah	Cement Carrier	Rp 170.411,75	Rp8.520,59	/sak
150.000	Curah	Cement Carrier	Rp 168.578,31	Rp8.428,92	/sak
200.000	Curah	Cement Carrier	Rp 151.719,13	Rp7.585,96	/sak
250.000	Curah	Cement Carrier	Rp 140.416,77	Rp7.020,84	/sak
300.000	Curah	Cement Carrier	Rp 165.595,51	Rp8.279,78	/sak
400.000	Curah	Cement Carrier	Rp 152.293,61	Rp7.614,68	/sak
500.000	Curah	Cement Carrier	Rp 179.387,42	Rp8.969,37	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 100.000 ton dengan unit biaya 146.380 rupiah per ton.

Tabel 5-15 Rangkuman biaya pengiriman semen sak SPB dengan pabrik kemas pada rute 2

Demand	Opsi pengiriman 3				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	SPB	Rp 225.049,90	Rp11.252,50	/sak
75.000	Semen Sak	SPB	Rp 184.568,04	Rp9.228,40	/sak
100.000	Semen Sak	SPB	Rp 204.202,23	Rp10.210,11	/sak
125.000	Semen Sak	SPB	Rp 193.860,04	Rp9.693,00	/sak
150.000	Semen Sak	SPB	Rp 211.355,74	Rp10.567,79	/sak
200.000	Semen Sak	SPB	Rp 186.145,27	Rp9.307,26	/sak
250.000	Semen Sak	SPB	Rp 181.235,03	Rp9.061,75	/sak
300.000	Semen Sak	SPB	Rp 194.380,94	Rp9.719,05	/sak
400.000	Semen Sak	SPB	Rp 194.912,44	Rp9.745,62	/sak
500.000	Semen Sak	SPB	Rp 221.229,59	Rp11.061,48	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 250.000 ton dengan unit biaya 181.235 rupiah per ton.

Lampiran 13 Rekap Hasil Optimasi Biaya Pengiriman Pada Rute Banyuwangi-Lampung

Tabel 5-16 Rangkuman biaya pengiriman semen sak GC Tanpa pabrik kemas pada rute 3

Demand	Opsi pengiriman 1
--------	-------------------

	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 305.800,40	Rp15.290,02	/sak
75.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 319.172,96	Rp15.958,65	/sak
100.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 283.380,50	Rp14.169,03	/sak
125.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 264.915,25	Rp13.245,76	/sak
150.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 287.282,54	Rp14.364,13	/sak
200.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 273.882,80	Rp13.694,14	/sak
250.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 273.984,69	Rp13.699,23	/sak
300.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 279.959,94	Rp13.998,00	/sak
400.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 295.309,39	Rp14.765,47	/sak
500.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 311.363,82	Rp15.568,19	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 125.000 ton dengan unit biaya 264.915 rupiah per ton.

Tabel 5-17 Rangkuman biaya pengiriman semen curah Tanpa pabrik kemas pada rute 3

Demand	Opsi pengiriman 2				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Curah	Cement Carrier	Rp 286.299,03	Rp14.314,95	/sak
75.000	Curah	Cement Carrier	Rp 239.985,36	Rp11.999,27	/sak
100.000	Curah	Cement Carrier	Rp 270.312,47	Rp13.515,62	/sak
125.000	Curah	Cement Carrier	Rp 245.020,09	Rp12.251,00	/sak
150.000	Curah	Cement Carrier	Rp 220.692,83	Rp11.034,64	/sak
200.000	Curah	Cement Carrier	Rp 221.926,70	Rp11.096,33	/sak
250.000	Curah	Cement Carrier	Rp 232.152,36	Rp11.607,62	/sak
300.000	Curah	Cement Carrier	Rp 248.631,25	Rp12.431,56	/sak
400.000	Curah	Cement Carrier	Rp 219.561,50	Rp10.978,07	/sak
500.000	Curah	Cement Carrier	Rp 212.765,76	Rp10.638,29	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 500.000 ton dengan unit biaya 212.765 rupiah per ton.

Tabel 5-18 Rangkuman biaya pengiriman semen sak SPB Tanpa pabrik kemas pada rute 3

Demand	Opsi pengiriman 3				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	SPB	Rp 306.570,84	Rp15.328,54	/sak
75.000	Semen Sak	SPB	Rp 310.314,82	Rp15.515,74	/sak
100.000	Semen Sak	SPB	Rp 284.598,05	Rp14.229,90	/sak
125.000	Semen Sak	SPB	Rp 263.536,75	Rp13.176,84	/sak
150.000	Semen Sak	SPB	Rp 290.580,66	Rp14.529,03	/sak
200.000	Semen Sak	SPB	Rp 252.463,82	Rp12.623,19	/sak
250.000	Semen Sak	SPB	Rp 272.839,03	Rp13.641,95	/sak

300.000	Semen Sak	SPB	Rp 255.037,28	Rp12.751,86	/sak
400.000	Semen Sak	SPB	Rp 285.583,07	Rp14.279,15	/sak
500.000	Semen Sak	SPB	Rp 313.598,06	Rp15.679,90	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 200.000 ton dengan unit biaya 252.463 rupiah per ton.

Tabel 5-19 Rangkuman biaya pengiriman semen sak GC dengan pabrik kemas pada rute 3

Demand	Opsi pengiriman 1				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 249.800,40	Rp12.490,02	/sak
75.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 281.839,62	Rp14.091,98	/sak
100.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 255.380,50	Rp12.769,03	/sak
125.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 242.515,25	Rp12.125,76	/sak
150.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 268.615,88	Rp13.430,79	/sak
200.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 259.882,80	Rp12.994,14	/sak
250.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 262.784,69	Rp13.139,23	/sak
300.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 270.626,61	Rp13.531,33	/sak
400.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 288.309,39	Rp14.415,47	/sak
500.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 305.763,82	Rp15.288,19	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 125.000 ton dengan unit biaya 242.515 rupiah per ton.

Tabel 5-20 Rangkuman biaya pengiriman semen curah dengan pabrik kemas pada rute 3

Demand	Opsi pengiriman 2				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Curah	Cement Carrier	Rp 230.299,03	Rp11.514,95	/sak
75.000	Curah	Cement Carrier	Rp 202.652,03	Rp10.132,60	/sak
100.000	Curah	Cement Carrier	Rp 242.312,47	Rp12.115,62	/sak
125.000	Curah	Cement Carrier	Rp 222.620,09	Rp11.131,00	/sak
150.000	Curah	Cement Carrier	Rp 202.026,17	Rp10.101,31	/sak
200.000	Curah	Cement Carrier	Rp 207.926,70	Rp10.396,33	/sak
250.000	Curah	Cement Carrier	Rp 220.952,36	Rp11.047,62	/sak
300.000	Curah	Cement Carrier	Rp 239.297,92	Rp11.964,90	/sak
400.000	Curah	Cement Carrier	Rp 212.561,50	Rp10.628,07	/sak
500.000	Curah	Cement Carrier	Rp 207.165,76	Rp10.358,29	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 150.000 ton dengan unit biaya 202.026 rupiah per ton.

Tabel 5-21 Rangkuman biaya pengiriman semen sak SPB dengan pabrik kemas pada rute 3

Demand	Opsi pengiriman 3
--------	-------------------

	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	SPB	Rp 250.570,84	Rp12.528,54	/sak
75.000	Semen Sak	SPB	Rp 272.981,48	Rp13.649,07	/sak
100.000	Semen Sak	SPB	Rp 256.598,05	Rp12.829,90	/sak
125.000	Semen Sak	SPB	Rp 241.136,75	Rp12.056,84	/sak
150.000	Semen Sak	SPB	Rp 271.914,00	Rp13.595,70	/sak
200.000	Semen Sak	SPB	Rp 238.463,82	Rp11.923,19	/sak
250.000	Semen Sak	SPB	Rp 261.639,03	Rp13.081,95	/sak
300.000	Semen Sak	SPB	Rp 245.703,95	Rp12.285,20	/sak
400.000	Semen Sak	SPB	Rp 278.583,07	Rp13.929,15	/sak
500.000	Semen Sak	SPB	Rp 307.998,06	Rp15.399,90	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 200.000 ton dengan unit biaya 238.463 rupiah per ton.

Lampiran 14 Rekap Hasil Optimasi Biaya Pengiriman Pada Rute Tuban-Teluk Bayur

Tabel 5-22 Rangkuman biaya pengiriman semen sak GC tanpa pabrik kemas pada rute 4

Demand	Opsi pengiriman 1				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 339.223,95	Rp16.961,20	/sak
75.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 336.676,73	Rp16.833,84	/sak
100.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 320.430,19	Rp16.021,51	/sak
125.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 350.635,96	Rp17.531,80	/sak
150.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 324.835,20	Rp16.241,76	/sak
200.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 324.853,35	Rp16.242,67	/sak
250.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 330.628,29	Rp16.531,41	/sak
300.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 332.498,12	Rp16.624,91	/sak
400.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 374.298,55	Rp18.714,93	/sak
500.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 349.572,22	Rp17.478,61	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 100.000 ton dengan unit biaya 320.430 rupiah per ton.

Tabel 5-23 Rangkuman biaya pengiriman semen curah tanpa pabrik kemas pada rute 4

Demand	Opsi pengiriman 2				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Curah	Cement Carrier	Rp 314.149,58	Rp15.707,48	/sak
75.000	Curah	Cement Carrier	Rp 316.921,26	Rp15.846,06	/sak
100.000	Curah	Cement Carrier	Rp 289.404,94	Rp14.470,25	/sak
125.000	Curah	Cement Carrier	Rp 298.463,31	Rp14.923,17	/sak
150.000	Curah	Cement Carrier	Rp 281.625,44	Rp14.081,27	/sak
200.000	Curah	Cement Carrier	Rp 280.730,11	Rp14.036,51	/sak
250.000	Curah	Cement Carrier	Rp 304.097,89	Rp15.204,89	/sak
300.000	Curah	Cement Carrier	Rp 244.486,23	Rp12.224,31	/sak
400.000	Curah	Cement Carrier	Rp 260.400,98	Rp13.020,05	/sak
500.000	Curah	Cement Carrier	Rp 290.277,56	Rp14.513,88	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 300.000 ton dengan unit biaya 304.097 rupiah per ton.

Tabel 5-24 Rangkuman biaya pengiriman semen sak SPB tanpa pabrik kemas pada rute 4

Demand	Opsi pengiriman 3				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	SPB	Rp 325.333,29	Rp16.266,66	/sak
75.000	Semen Sak	SPB	Rp 335.151,95	Rp16.757,60	/sak
100.000	Semen Sak	SPB	Rp 304.385,73	Rp15.219,29	/sak
125.000	Semen Sak	SPB	Rp 354.111,82	Rp17.705,59	/sak
150.000	Semen Sak	SPB	Rp 289.504,40	Rp14.475,22	/sak
200.000	Semen Sak	SPB	Rp 313.724,95	Rp15.686,25	/sak
250.000	Semen Sak	SPB	Rp 321.753,02	Rp16.087,65	/sak
300.000	Semen Sak	SPB	Rp 336.161,31	Rp16.808,07	/sak
400.000	Semen Sak	SPB	Rp 361.019,21	Rp18.050,96	/sak
500.000	Semen Sak	SPB	Rp 341.130,14	Rp17.056,51	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 150.000 ton dengan unit biaya 289.504 rupiah per ton.

Tabel 5-25 Rangkuman biaya pengiriman semen sak GC dengan pabrik kemas pada rute 4

Demand	Opsi pengiriman 1				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 283.223,95	Rp14.161,20	/sak
75.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 299.343,40	Rp14.967,17	/sak
100.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 292.430,19	Rp14.621,51	/sak
125.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 328.235,96	Rp16.411,80	/sak

150.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 306.168,53	Rp15.308,43	/s a k
200.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 310.853,35	Rp15.542,67	/s a k
250.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 319.428,29	Rp15.971,41	/s a k
300.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 323.164,79	Rp16.158,24	/s a k
400.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 367.298,55	Rp18.364,93	/s a k
500.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 343.972,22	Rp17.198,61	/s a k

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 50.000 ton dengan unit biaya 283.223 rupiah per ton.

Tabel 5-26 Rangkuman biaya pengiriman semen curah dengan pabrik kemas pada rute 4

Demand	Opsi pengiriman 2				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Curah	Cement Carrier	Rp 258.149,58	Rp12.907,48	/sak
75.000	Curah	Cement Carrier	Rp 279.587,93	Rp13.979,40	/sak
100.000	Curah	Cement Carrier	Rp 261.404,94	Rp13.070,25	/sak
125.000	Curah	Cement Carrier	Rp 276.063,31	Rp13.803,17	/sak
150.000	Curah	Cement Carrier	Rp 262.958,77	Rp13.147,94	/sak
200.000	Curah	Cement Carrier	Rp 266.730,11	Rp13.336,51	/sak
250.000	Curah	Cement Carrier	Rp 292.897,89	Rp14.644,89	/sak
300.000	Curah	Cement Carrier	Rp 235.152,90	Rp11.757,65	/sak
400.000	Curah	Cement Carrier	Rp 253.400,98	Rp12.670,05	/sak
500.000	Curah	Cement Carrier	Rp 284.677,56	Rp14.233,88	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 300.000 ton dengan unit biaya 2355.152 rupiah per ton.

Tabel 5-27 Rangkuman biaya pengiriman semen sak SPB dengan pabrik kemas pada rute 4

Demand	Opsi pengiriman 3				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	SPB	Rp 269.333,29	Rp13.466,66	/sak
75.000	Semen Sak	SPB	Rp 297.818,62	Rp14.890,93	/sak
100.000	Semen Sak	SPB	Rp 276.385,73	Rp13.819,29	/sak
125.000	Semen Sak	SPB	Rp 331.711,82	Rp16.585,59	/sak
150.000	Semen Sak	SPB	Rp 270.837,73	Rp13.541,89	/sak
200.000	Semen Sak	SPB	Rp 299.724,95	Rp14.986,25	/sak
250.000	Semen Sak	SPB	Rp 310.553,02	Rp15.527,65	/sak
300.000	Semen Sak	SPB	Rp 326.827,98	Rp16.341,40	/sak
400.000	Semen Sak	SPB	Rp 354.019,21	Rp17.700,96	/sak

500.000	Semen Sak	SPB	Rp 335.530,14	Rp16.776,51	/sak
---------	-----------	-----	---------------	-------------	------

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 50.000 ton dengan unit biaya 269.333 rupiah per ton.

Lampiran 15 Rekap Hasil Optimasi Biaya Pengiriman Pada Rute Tuban-Ambon

Tabel 5-28 Rangkuman biaya pengiriman semen sak GC tanpa pabrik kemas pada rute 5

Demand	Opsi pengiriman 1				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 450.120,73	Rp22.506,04	/sak
75.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 392.689,15	Rp19.634,46	/sak
100.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 474.876,18	Rp23.743,81	/sak
125.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 381.965,97	Rp19.098,30	/sak
150.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 391.242,08	Rp19.562,10	/sak
200.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 392.909,83	Rp19.645,49	/sak
250.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 426.068,64	Rp21.303,43	/sak
300.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 415.588,43	Rp20.779,42	/sak
400.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 424.949,96	Rp21.247,50	/sak
500.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 418.215,27	Rp20.910,76	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 125.000 ton dengan unit biaya 381.965 rupiah per ton.

Tabel 5-29 Rangkuman biaya pengiriman semen curah tanpa pabrik kemas pada rute 5

Demand	Opsi pengiriman 2				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Curah	Cement Carrier	Rp 445.092,60	Rp22.254,63	/sak
75.000	Curah	Cement Carrier	Rp 359.236,81	Rp17.961,84	/sak
100.000	Curah	Cement Carrier	Rp 371.713,33	Rp18.585,67	/sak
125.000	Curah	Cement Carrier	Rp 347.957,25	Rp17.397,86	/sak
150.000	Curah	Cement Carrier	Rp 368.512,16	Rp18.425,61	/sak
200.000	Curah	Cement Carrier	Rp 339.430,56	Rp16.971,53	/sak
250.000	Curah	Cement Carrier	Rp 341.432,23	Rp17.071,61	/sak
300.000	Curah	Cement Carrier	Rp 360.939,51	Rp18.046,98	/sak
400.000	Curah	Cement Carrier	Rp 338.863,41	Rp16.943,17	/sak

500.000	Curah	Cement Carrier	Rp 362.164,18	Rp18.108,21	/sak
---------	-------	----------------	---------------	-------------	------

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 400.000 ton dengan unit biaya 338.863 rupiah per ton.

Tabel 5-30 Rangkuman biaya pengiriman semen sak SPB tanpa pabrik kemas pada rute 5

Demand	Opsir pengiriman 3				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	SPB	Rp 455.647,94	Rp22.782,40	/sak
75.000	Semen Sak	SPB	Rp 398.007,13	Rp19.900,36	/sak
100.000	Semen Sak	SPB	Rp 452.351,60	Rp22.617,58	/sak
125.000	Semen Sak	SPB	Rp 378.283,28	Rp18.914,16	/sak
150.000	Semen Sak	SPB	Rp 397.717,98	Rp19.885,90	/sak
200.000	Semen Sak	SPB	Rp 361.681,13	Rp18.084,06	/sak
250.000	Semen Sak	SPB	Rp 384.315,33	Rp19.215,77	/sak
300.000	Semen Sak	SPB	Rp 372.289,70	Rp18.614,48	/sak
400.000	Semen Sak	SPB	Rp 365.852,56	Rp18.292,63	/sak
500.000	Semen Sak	SPB	Rp 404.634,08	Rp20.231,70	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 200.000 ton dengan unit biaya 361.681 rupiah per ton.

Tabel 5-31 Rangkuman biaya pengiriman semen sak GC dengan pabrik kemas pada rute 5

Demand	Opsir pengiriman 1				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 394.120,73	Rp19.706,04	/sak
75.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 355.355,82	Rp17.767,79	/sak
100.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 446.876,18	Rp22.343,81	/sak
125.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 359.565,97	Rp17.978,30	/sak
150.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 372.575,42	Rp18.628,77	/sak
200.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 378.909,83	Rp18.945,49	/sak
250.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 414.868,64	Rp20.743,43	/sak
300.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 406.255,09	Rp20.312,75	/sak
400.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 417.949,96	Rp20.897,50	/sak
500.000	Semen Sak	General Cargo	Rp 412.615,27	Rp20.630,76	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 75.000 ton dengan unit biaya 355.355 rupiah per ton.

Tabel 5-32 Rangkuman biaya pengiriman semen curah dengan pabrik kemas pada rute 5

Demand	Opsi pengiriman 2				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Curah	Cement Carrier	Rp 389.092,60	Rp19.454,63	/sak
75.000	Curah	Cement Carrier	Rp 321.903,48	Rp16.095,17	/sak
100.000	Curah	Cement Carrier	Rp 343.713,33	Rp17.185,67	/sak
125.000	Curah	Cement Carrier	Rp 325.557,25	Rp16.277,86	/sak
150.000	Curah	Cement Carrier	Rp 349.845,49	Rp17.492,27	/sak
200.000	Curah	Cement Carrier	Rp 325.430,56	Rp16.271,53	/sak
250.000	Curah	Cement Carrier	Rp 330.232,23	Rp16.511,61	/sak
300.000	Curah	Cement Carrier	Rp 351.606,17	Rp17.580,31	/sak
400.000	Curah	Cement Carrier	Rp 331.863,41	Rp16.593,17	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 75.000 ton dengan unit biaya 321.903 rupiah per ton.

Tabel 5-33 Rangkuman biaya pengiriman semen sak SPB dengan pabrik kemas pada rute 5

Demand	Opsi pengiriman 3				
	Jenis Angkutan	Jenis Kapal	Unit Cost	Biaya per sak	
50.000	Semen Sak	SPB	Rp 399.647,94	Rp19.982,40	/sak
75.000	Semen Sak	SPB	Rp 360.673,79	Rp18.033,69	/sak
100.000	Semen Sak	SPB	Rp 424.351,60	Rp21.217,58	/sak
125.000	Semen Sak	SPB	Rp 355.883,28	Rp17.794,16	/sak
150.000	Semen Sak	SPB	Rp 379.051,32	Rp18.952,57	/sak
200.000	Semen Sak	SPB	Rp 347.681,13	Rp17.384,06	/sak
250.000	Semen Sak	SPB	Rp 373.115,33	Rp18.655,77	/sak
300.000	Semen Sak	SPB	Rp 362.956,36	Rp18.147,82	/sak
400.000	Semen Sak	SPB	Rp 358.852,56	Rp17.942,63	/sak
500.000	Semen Sak	SPB	Rp 399.034,08	Rp19.951,70	/sak

Biaya terendah dari skenario ini berada pada volume permintaan 200.000 ton dengan unit biaya 347.681 rupiah per ton.

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Wayan Baniyasa. Lahir pada 6 Februari 1995 dan dibesarkan di Surabaya, Jawa Timur. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari TK Tunas Pertiwi (1999-2001), SDN Penjaringan Sari II (2001-2007), SMP Negeri 35 Surabaya (2007-2010), SMA Negeri 17 Surabaya (2010-2013) dan pada tahun 2013, penulis diterima melalui jalur kemitraan dan mandiri di Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP.

04411340000050. Penulis pernah aktif pada organisasi dan kegiatan yang ada di kampus, antara lain adalah sebagai anggota SIDI.. Penulis juga pernah mengikuti rangkaian kegiatan penuh manfaat selama menjadi mahasiswa, seperti seminar nasional, pelatihan keilmiahan dll.

Email : wbaniyasa@gmail.com